

简易水利手册

第四册

陕西省水利厅编

上海社会科学院图书馆
书间处理章

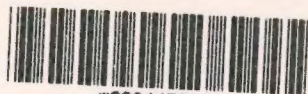
水利电力出版社

前言

我省全年雨量的分布极不均匀。每当作物需水的六、七月間，往往天旱少雨，河溪水流很小甚至乾涸。一到八、九月間，則多陰雨綿綿，洪流暴漲，有的还造成災害。这种供水和农作物需水的矛盾現象，必須用蓄水方法来調节水量，以利灌溉并减免洪水災害。

在缺乏水源的地区，可以采用兴修池塘和水窖的方法，在山区及丘陵地区，則可采用兴修小型水库的办法，来把多雨季节的地面逕流与河道多余流量，积蓄起来，以备作物需水时及时引灌，保証农业丰收。

根据我省目前情况，蓄水灌溉是今后发展水利的主要方向。这本小册子就是为了解决兴修蓄水工程中，勘测、設計、施工的一些問題，我們参考了別省的一些書籍，結合我省具体情况，尽量用图表的方式講解出来，只談一些蓄水工程的簡單計算方法与普通适用尺寸，供給基层水利工作干部及农民技术人员在工作中参考、学习之用。



00244302



443.026
5286
J4 C3

目 录

第一編 水窖和池塘

第一章 水窖(旱井).....	4
一、修水窖地点的选择	4
二、打水窖的操作过程	4
三、水窖容积的计算	6
四、水窖的养护	6
第二章 池塘(涝池).....	7
一、怎样选择池塘的塘址	7
二、怎样决定塘的大小	8
三、怎样修塘	11

第二編 小型水库

第一章 勘测調查.....	13
一、庫址的选择	13
二、地質調查	14
三、地形測量	15
四、土料調查	19
五、水文資料的搜集与調查	19
六、淹没迁移及社会經濟調查	21
七、流域恢复情况	21
第二章 规划設計	22
一、庫容的决定	22
二、壩型选择及壩基处理	25

三、土壩設計	30
四、放水工程	41
五、溢洪道	55
第三章 施工	69
一、开工前的准备工作	69
二、施工場地布置	69
三、施工程序	70
四、涵管臥管施工	70
五、溢洪道施工	72
六、土壩施工	73
七、施工中应注意的事项	86
第四章 管理养护.....	89
一、建立管理养护組織	90
二、管理养护的内容	91
三、水库漏水的处理	92
四、防汛与搶險	93
五、节约用水扩大灌溉效益	94

第一編 水窖和池塘

在丘陵和高原地区，地下水过深不能打井，或者河溝里的水源太低，水量太少，不能引上来澆地时，可用修水窖（打旱井）和挖池塘的办法，把雪水雨水就地蓄存起来，到缺雨时引出来澆地。

第一章 水窖（旱井）

一、修水窖地点的选择

水窖的地点，要是选的不当，挖成的井容易漏水或倒塌。在选择地形时，最好选择坡度較緩，土質坚实，土层深厚，上有来水，下有灌田。不要选在渠边、房边或沙多、有树的地方。有的地区总结为“三好”及“四不要”，也明确的说明水窖地点的选择条件。三好：一是土壤好（紅焦土），二是土質密度好，三是土地平整来水条件好；四不要：一不要在地畔边打井，二不要在树林附近打井，三不要在房屋附近打井，四不要在陡坡修井。

二、打水窖的操作过程

將劳力可分成4~5人編成一組，然后准备吊繩一根，滑車一架，大小鉄銑和大小鋤头各一把，捶井壁の木棒一、二个，挖窟窿的尖刀一把，搭架用的木椽数根，准备就绪后就可按下列过程进行操作：

1.挖井筒：由于水窖的种数不同，挖的方法也有不同，一般水窖有下列几种形式，挖是由上而下的挖掘。

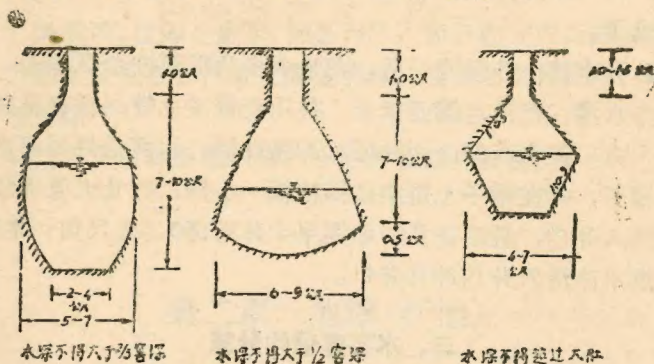


图 1-1

2.和膠泥：水窖一般都要糊一层膠泥，才能不漏水，但膠泥和的好坏，对水窖的滲漏起决定性作用。將紅膠土晒干，打碎，堆在一起，中間挖个窩，放入适当的甜水，使土完全被水浸透后，攪成稀泥，并盖些黃土，以免干燥。还有的膠土質量虽好，但性硬容易裂縫，在和时可掺一、二成黃土，到用的时候，最好把和好的泥用脚踩或用鋤刀背反复的捶上几遍，把泥捶得又軟又勻，才可使用。如果有头髮掺入則更結实。

3.捶井身：泥和好了，就把准备裝水的部分，每隔1公寸，用鉄鏟向下斜着掏成長1公寸，寬5公分，深2公寸的窟窿。这时就把和好的膠泥，搓成釘子形，在水里沾一下，塞进窟窿，外面留上3公分，用手向內拍，再用3公分厚的泥填空白，把所有的泥連起来。为了不粘先洒一层草灰，然后用鞋底或木棒使力向內压，讓所有的泥平展一律，第二天輕捶一次，到第三天早晚各捶一次，第四天用力捶兩次，如果泥干了就洒些水，如

果有膨脹的地方用小刀割破放氣，繼續捶打，一直捶到水牆上發亮，發出銅聲，洒上水如洒在甕上一樣很快的溜到底下，才算捶成了。

4. 開水路：井壁捶好後，在來水多的那面挖個沉沙池，再開一條水溝，把池與溝連起來，并用瓷管或瓦管斜插在旱井最寬的上方，讓水直接流到井底不沖毀井壁，水溝最好用石或磚砌成槽子，并在槽子上用桑條柳枝編一小柵，防止大量泥沙、柴草流入井內，最後在井的周圍用土環砌高0.5公尺加一木蓋，以免洪水直流入井內沖壞井口。

三、水窖容積的計算

如為甕形（如图1-1甲）可量出水窖底的直徑及準備蓄水最高時的上面直徑，與水深度，即可用下式求出：

$$\text{水窖容重} = \left[\frac{3.14 \times (\text{上直徑})^2}{4} + \frac{3.14 \times (\text{底直徑})^2}{4} \right] \times \frac{1}{2} (\text{水深})$$

例如 甕形水窖，上直徑=4公尺，
底直徑=2公尺，水深=6公尺，
試求最大容水量。

$$\text{水窖容量} = \left[\frac{3.14 \times 4^2}{4} + \frac{3.14 \times 2^2}{4} \right] \times \frac{1}{2} \times 6 = 47.1 \text{ 立方公尺。}$$

四、水窖的養護

水窖養護得好，能用百十年，養護不好，也許兩年就塌了，因此養護工作在水窖來說是十分重要的。

1. 下雨時，必須防止洪水漫井，一定要使水從水溝慢慢流進；

2. 井滿後，應停止灌水，加蓋封嚴，而且要在井口防凍

3. 經常檢查水窖內有無裂縫滲漏，若有應即行修補，淤泥多時應清除。

4. 禁止在水窖周圍栽樹，小心樹根破壞井壁。

第二章 池塘（澇池）

一、怎樣選擇池塘的塘址

池塘也叫澇池，選擇塘址時注意以下一些問題：

1. 積蓄地面逕流的塘址對所蓄雨水的來源說，應選在地面的較低處，以便所控制集雨面積以內的逕流都可流入塘內，但同時應注意排水，以防雨水過大的時候池塘漫溢。還應在來水地區多做水土保持工程，防止大量泥砂入塘失掉蓄水作用。

池塘附近如果有渠道時，應該盡量爭取把灌溉季節以外的渠道余水引入池塘，擴大水源的利用效能。在缺乏雨水和自流渠水的地區，也可用提水辦法把低處的渠水引上來蓄入塘內。

2. 對池塘基礎土質應特別注意，如果底部是砂土砂礫或卵石就容易漏水，不宜修塘。土質疏松也有滲水可能，需要加以處理。挖塘前應先挖試坑或用取土鑽取出土樣，弄明地層土質變化情況，靠近河邊，容易滲漏，不宜挖塘。

3. 選擇塘址，要注意地形、地勢，應盡量利用有坡度的低凹地點。

二、怎样决定塘的大小

三面取土，一面填堤，可以少挖土方，多蓄水量。塘的大小由水源和浇地面积的大小决定，如灌溉面积需水量大而来水量小时，应以来水量为依据，现说明如下：

1. 灌区需水量：由于各地的气候、土壤、降雨等情况不同，不能很精细的将各地的需水量算出，今就本省一般情况，水地每亩一次灌水约30公方水稻按抗旱30天计算每亩需水约200公方，列表如下以供参考。

2. 池塘蓄水量：

甲、利用地面逕流：根据我省情况，陕北地区每年每亩集雨面积可产生逕流60公厘(40公方)，关中地区每年每亩可产生110公厘(70公方)，陕南每年每亩产生逕流150公厘(100公方)。查看前页附表。

乙、从渠内引水或提水：这种情况是利用灌溉空隙把渠内的水引进塘内蓄起来，或者提水蓄入塘内，计算可用下式：

$$W = 86,400 \alpha Q t$$

式中 W ——蓄水量(公方)；

α ——损失系数，一般可采用0.9；

Q ——平均流量(公方/秒)；

t ——引水或提水时间(单位按日计)。

例题：有一引水渠道常流量为0.15公方/秒，灌溉空隙有100天可以给塘里放水，求塘内可以蓄水量是多少？

解：已知 $Q = 0.15$ 公方/秒

$$t = 100 \text{ 日}$$

代入公式： $W = 86,400 \times 0.9 \times 0.15 \times 100 = 11,664$ 公方

3. 计算塘的容量：从水源可能来水量和灌溉面积的需水量

灌溉面积与蓄水量的关系表

蓄水量(公方)	灌溉面积(市亩)		蓄水量(公方)	灌溉面积(市亩)	
	水稻每亩按200方	水地每亩按30公方计		水稻30天按200方计	水地每亩按30方
100	0.5	3.3	4000	20.0	133.3
200	1.0	6.7	4500	22.5	150.0
300	1.5	10.0	5000	25.0	166.7
400	2.0	13.3	5500	27.5	183.3
500	2.5	16.7	6000	30.0	200.0
600	3.0	20.0	6500	32.5	216.7
800	4.0	26.7	7000	35.0	233.3
1000	5.0	33.3	7500	37.5	250.0
1250	6.2	41.7	8000	40.0	266.7
1500	7.5	50.0	8500	42.5	283.3
1750	8.7	58.3	9000	45.0	300.0
2000	10.0	66.7	10,000	50.0	333.3
2250	11.2	75.0	11,000	55.0	366.6
2500	12.5	83.3	12,000	60.0	400.0
2750	13.7	91.7	13,000	65.0	433.3
3000	15.0	100.0	14,000	70.0	466.6
3500	17.5	116.7	15,000	75.0	500.0

集雨面积与灌溉面积关系表

集雨面积 (市亩)	可灌面积 (市亩)		关 中		陕 南		备 注
	陕 北	旱作	水稻	旱作	水稻	旱作	
5	1.0	6.6	1.7	11.6	2.5		本表系根据陕南区 年径流100公方陕 北40公方关中70公 方;灌溉面积水稻 抗旱30天200公方 計旱作每亩30公方 灣一次計算。
6	1.2	8.0	2.1	14.0	3.0		
7	1.4	9.3	2.4	16.3	3.5		
8	1.6	10.7	2.8	18.7	4.0		
9	1.8	12.0	3.1	21.0	4.5		
10	2.0	13.3	3.5	23.3	5.0		
12	2.4	16.0	4.2	28.0	6.0		
14	2.8	18.7	4.9	32.7	7.0		
16	3.2	21.3	5.6	37.3	8.0		
18	3.6	24.0	6.3	42.0	9.0		
20	4.0	26.7	7.0	46.7	10.0		
25	5.0	33.3	8.7	58.3	12.5		
30	6.0	40.0	10.5	70.0	15.0		
35	7.0	46.6	12.2	81.7	17.5		
40	8.0	53.3	14.0	93.3	20.0		
45	9.0	60.0	15.7	105.0	22.5		
50	10.0	66.6	17.5	116.7	25.0		
55	11.0	73.3	19.2	128.3	27.5		
60	12	80.0	21.0	140.0	30.0		
65	13	86.6	22.7	151.7	32.5		
70	14	93.3	24.5	163.3	35.0		
75	15	100.0	26.2	175.0	37.5		
80	16	106.6	28.0	186.7	40.0		
85	17	113.3	29.7	198.3	42.5		
90	18	120.0	31.5	210.0	45.0		
95	19	126.6	33.2	221.7	47.5		
100	20	133.3	35.0	233.3	50.0		
110	22	146.7	38.5	256.7	55.0		
120	24	160.0	42.0	280.0	60.0		
130	26	173.3	45.5	303.3	65.0		
140	28	186.7	49.0	326.7	70.0		
150	30	200.0	52.5	350.0	75.0		
160	32	213.3	56.0	373.3	80.0		
170	34	226.7	59.5	396.7	85.0		
180	36	240.0	63.0	420.0	90.0		
190	38	253.3	66.5	443.3	95.0		
200	40	266.7	70.0	466.7	10.0		

可以决定池塘容量。如果塘内一年有兩次蓄水机会,那么塘的容量就可以相应减少。塘的蓄水量加上超高就是塘总容量。塘的形状随地形而不同。茲將矩形塘和圓塘的計算方法分述如下:

甲、矩形塘計算:

$$\text{总容量} = \text{水深} + \text{超高} \times \frac{(\text{塘口面积} + \text{塘底面积})}{2}$$

乙、平底圓塘計算:

$$V = 1.57 (\text{塘口半徑}^2 + \text{塘底半徑}^2) \times \text{水深}$$

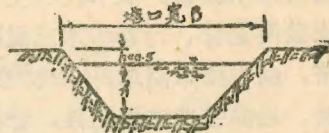


图 2-1

三、怎样修塘

修池塘主要是挖土和填堤,应留一定的坡度。填堤时,先清除地面杂草和作物,挖毛后填土,填土厚度每层不可超过30公分,以免坍塌。土块打碎鋪平,夯实至18~20公分,就可保証質量。新旧土要彼此套接好;土壤过干时應該洒水。塘底和塘的四圍要用夯打实,如果土質不好,应把原底耙毛,換填一层粘土,厚30~50公分,分层夯实,以防滲水,或用粘壤土掺石灰夯实也可,如果塘底土壤疏松,可犁一遍,放上水,把牛羣赶进去踩踏平实,可以大大减少滲水。塘底如小,不要放空,以免土壤龟裂漏水。利用地形,尽量做深塘,可以少佔地,少做土方,多蓄水量,但蓄水过深时,会减少自流灌溉面积,也应

土堤断面尺寸表

堤 高 (公尺)	迎水坡		背水坡		堤頂寬 (公尺)	堤底寬 (公尺)	断面积 (平方公尺)
	豎	橫	豎	橫			
2.0	1	1.5	1	1.5	1.5	7.5	9.0
2.5	1	1.5	1	1.5	1.5	9.0	13.1
3.0	1	1.5	1	1.5	2.0	11.0	19.5
3.5	1	2.0	1	1.5	2.0	14.3	28.4
4.0	1	2.0	1	1.5	2.5	16.5	38.0
4.5	1	2.0	1	1.5	2.5	18.3	46.7

注: 不包括清基与截水槽。

注意。各种高度的堤岸断面，可按附表尺寸办理。

放水设备：池塘底高于灌溉地面时，可自流灌溉，塘的一边要设放水设备。放水设备主要部分放水管是用砖石砌成，也有安装陶瓷管、竹管和木或混凝土管的，其中木管和竹管比较经济，制作技术简单，取材方便。放水管的大小和灌溉面积有关。根据各地使用结果，管径列表如下：

放水管的尺寸							
灌溉面积(市亩)	100	200	300	400	500	600	700
放水管直径(公分)	17	18	20	22	24	27	30

放水木管的作法是把剥过树皮的木料从中剖开凿成空心再合好用竹篾或铅丝箍紧，木管可作成1.0~1.5公尺长，管壁厚5公分左右，管子两端应作成公母式以便接牢，如图2-2所示，但需注意乾木料容易腐烂。若用竹管时，要用较老的竹子，用铁条或木棍把竹内节打通就行了。竹管在灌溉面积小于50市亩时使用。

若塘坎较高，可在塘坎的上下相距0.5~1.0公尺的地方安一根管子，上下两道管子须错开3公尺，如图2-3。

放置管子的地方要用黄泥石灰加沙三合土填1~2公分，放木管或竹管，再用三合土包裹，夯紧筑实，以防漏水，完工后需等填土稍干后再行蓄水。

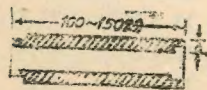


图 2-2

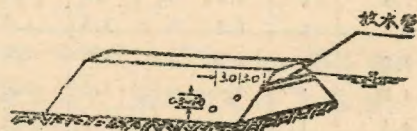


图 2-3

第二編 小型水庫

第一章 勘测調查

勘测调查是兴修水利工程中的一步重要工作，并且也是兴修水库中一步重要工作。通过这项工作，才能了解修筑水库的可能性，选择适当的工程地点，并搜集有关资料，作为规划和设计的依据。勘测调查的内容有以下一些：

一、庫址的选择

对于选择库址应注意以下几个问题：

1. 水源 蓄水来源有两种，一种是常水量，另一种是雨季径流量。蓄用常水量时可按水量及蓄水时间，求出一一次总蓄水量。蓄用雨季径流时，就要根据月雨量，集雨面积及径流系数，算出一年中各月分的径流量，然后和各月分的灌溉需水量进行比较，低于灌溉需水量的部分，就需要利用水库进行补助。

陕西省一般1平方公里的集雨面积，就可以浇地750亩左右。

2. 地形 水库的优越地形是河谷的肚大口小，肚大是谷内地形要平坦宽广，口小是谷口要狭窄，这样把坝修在谷口上，施工的时间短蓄水多。但有些地形虽不甚好，可是河谷水源好，农田又很需要水，也可以修水库。

河床比降较大的地方，可以作几级连环的小水库，一样能多蓄水，而工程并不复杂。此外在窪地或乾溝中，则可采用引水办法来修建水库。库的位置最好是离灌区近并能使全灌区自

流灌溉。

3. 溢洪道位置 小型水庫的溢洪道，通常都在坝兩端的山坡上开挖，因此必須注意修建溢洪道的可能，工程数量的大小，与下游河床連接是否方便等。最好在坝的附近有天然馬鞍形缺口用来修建溢洪道，可以节省許多工程費用，并且也安全。

4. 要有足够的筑坝材料 本着因地制宜，就地取材的精神，对筑坝附近处的土料(如砂土，壤土，粘土等)及石料进行数量調查及質量了解。

二、地質調查

水庫的地質調查，主要解决兩個問題。一个是庫底是否良好，是不是会发生漏水現象。一个就是看坝的基础是否坚固。

庫內若是完整的岩石，漏水很少，是很好的庫底。選擇坝址首先必須注意岩石的种类，只要岩石緻密沒有严重的破碎現象，均可作为坝基，如花崗岩，石英岩，坚密的砂岩及片麻岩等。但如果是易溶于水而成溶洞的岩石，表面虽坚，將來易造成最重的漏水現象，应特別注意，象石灰石及石膏兩种岩石。其次岩石漏水与岩石节理层次也有极大的关系，岩石层如果平鋪的向下游或向庫外傾斜，就可能有严重的漏水及滑塌現象(图 1-1 甲)。如果向上游或向庫里傾斜，則漏水較小，如超过 50° 时，就可以不漏水(图 1-1 乙)。在地質上將岩石的傾斜叫做“走向”。再如果岩石有断层蓄水后会严重漏水，若筑坝会产生滑动和不均匀沉陷的現象。其簡單判断方法，可观察同高綫上的岩石露头与岩石种类，如果发现生成年相差悬殊(图 1-1 丙)，石質不同，山谷溝槽岩石破碎，溝谷浸蝕很深，岸坡陡峻等現象，都可能有断层存在。

較厚而坚实的紅膠土层(粘土)滲漏性很小。在水庫处的地

表如不是很明显的岩盤，就必须了解坝基和庫內土层的結構情况，层次深度，直达不透水层为止。

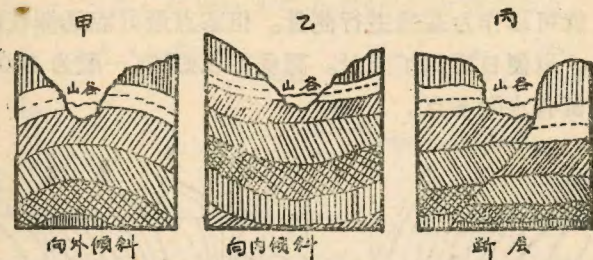


图 1-1 山谷横剖面

小型水庫的庫底及坝址勘探，可用手搖取土鑽杆、洛阳錘或挖深坑观察，位置应在拟定的坝軸綫，溢洪道綫及涵洞綫上，視長度而决定数目多少，山根，山坡，河心等地重点深挖，根据記錄繪出坝軸綫以及溢洪道涵洞中綫的地質剖面图。在庫內为了知道不透水层深度，或因庫底有突出的低窪部分，需进行了解时，也可以重点深挖。

三、地形測量

小形水庫的地形測量，主要分为坝址，庫容，积水面积等三个部分。小的水庫，可以采取估算法或簡單的測量。

1. 坝址測量 小型水庫可以采用断面法，先沿坝軸綫施测一横断面，再在与坝軸垂直的方向，用皮尺测定几个樁，数目多少按坝的高低而定，一般間距在 $10 \sim 20$ 公尺之間，分別施测它們的横断面，高度超过坝高 5 公尺以上，并使与坝軸綫平行。最后可根据横断面之間的关系与高度变化情况，制成平面图，繪出地形等高綫来。这种方法虽然比較粗略，但用于小型水庫，其精度已經很够了(参閱图 1-2)。

較大的水庫，應施測 1/500 填址地形圖。先在填址處按照地形情況選擇兩個地形測點，用卷尺量出距離，再拿磁針定出方位，就可以作為基綫進行測量。但基點最好能選擇在固定的物體上，以便日後施工查對。高程可以假設（一般為 100 公尺）但必須留有水準基點。

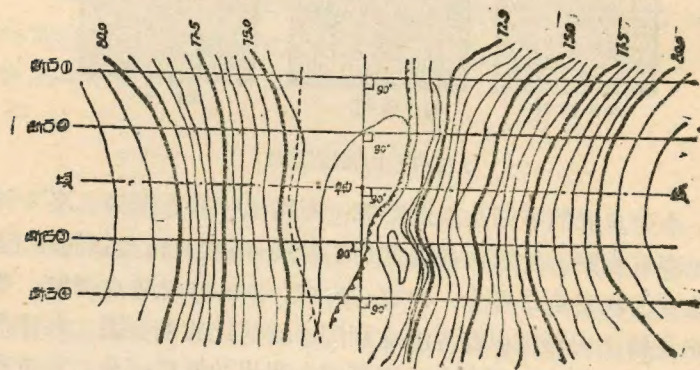


圖 1-2

2. 庫容測量 根據庫容的大小，對庫容計算要求有不同的精度。一般小型水庫可以採用估算法或簡單的測量計算法，大型水庫必須要測出庫容地形圖，再根據公式表格，詳細計算其容積。

(1) 估算法：在沒有儀器並且水庫很小的情況下，可採取下列公式計算：

$$V = \frac{HBL}{K}$$

式中 V ——水庫容積（以立方公尺計）；
 H ——近壩處水庫水深（以公尺計）；
 B ——近壩處水面寬度（以公尺計）；

L ——水庫內水面長度（以公尺計）；

K ——係數，在狹谷地形 $K=4\sim6$ ，開暢地區 $K=2\sim4$ 。



圖 1-3

(2) 測量計算法：用橫斷面計算——在庫內沿河道測一條縱斷面，樁號的位置應根據兩邊山坡及河灘河槽的變化而定，量出距離。然後作出每一個樁的橫斷面，即可根據橫斷面圖，以蓄水面的高程為頂綫，求得橫斷面面積，將兩個相鄰斷面的平均值乘以其間的距離，便得出此二斷面間的容積，把各部分容積相加，即得出水庫總容積，同法也可以根據不同的蓄水深求不同蓄水深時的容積。

表 1-1

等高綫 (蓄水位)	面積(平方公尺)		水層厚度 (高差) 公尺	庫容(公方)	
	水層面積	平均		每層	累計
95	1024	2112	1.0	2112	2112
96	3200	3546	1.0	3546	5658
97	3892	9573	0.5	4786	10444
97.5	15254	13243	0.5	9124	19568
98.0	21242	24170	0.5	12085	31653
98.5	27097	28323	0.5	14412	46065
99.0	32549	33619	0.25	8405	54470
99.25	34689				

用地形图計算——由測得的地形图上，用面积仪或几何方法，也可以用透明米厘方格紙数格的方法，求得各等高綫的面积，再取各相隣兩面积的平均值，乘以高差，便得出这两个等高綫中間的容积，再把各个等高綫間的容积累計起来，直到最大蓄水面高程，就得到水庫的总容量。計算时可参考表 1-1。

根据上面的計算表格，以庫容为横座标，以水位(等高綫)为縱座标，就可以繪出水位庫容关系曲綫，以供設計时应用。如图 1-4 就是按照表 1-1 繪制出来的。



图 1-4 水位庫容曲綫图

3. 集水面积测量和灌区面积的調查 集水面积不大时可以采取估計或步測与估計相結合的办法进行。庫容若是單一的山水溝，可以用步測河槽的長度，再估計兩分水岭間的平均寬度，相乘即得。或者用步測測出集水面积的長、寬，或周長等，看它的大致形狀，近似的采用方形，矩形，梯形，三角形或圓形，計算其面积。若集水面积較大时，可站在高处或沿着分水岭走

一圈，將集雨面积逐段划成一个整齐的图形，用步測長度計算面积，相加即得。

調查灌区面积可先根据平面图(草图即可)向羣众訪問，然后协同羣众到灌区观察对照，計算出可能灌溉的面积，以供需水量及效益的計算。

四、土料調查

土料調查，是修水庫工程中重要一环。它对坝型选择起着决定性作用。有許多坝址很好，但因附近缺乏筑坝材料而不能采用。一般筑坝多用粘土，壤土，砂壤土，沙土，卵石等，所以調查对象也必須是这几种土壤。凡鑽探了解土質情况，求出适于建坝土料的多少。并量出离坝的距离。較大的土坝，还应繪出土壤分布略图，位置的高低，以供在設計时考虑如何便利施工。現在介紹一种野外土壤鉴别的簡單方法如表 1-2。

另外还应当調查土坝坝址处有无足够而符合質量的石料，供給土坝及修建附屬建筑物应用。

五、水文資料的搜集与調查

水庫来水的多少，是否能將水庫蓄滿，以及溢洪道需要多少尺寸，才能安全泄出洪水保証土坝安全，这些与搜集水文資料是否正确，都有密切的关系。因此我們就要認真負責的对待这一項工作。水文資料的搜集内容包括以下兩項。

1. 向水庫附近的水文站，气象局或农場等，搜集这个地区的年雨量，月雨量，日最大雨量，一次最大暴雨量，降雨强度及蒸发量等(应用見溢洪道內的洪水量估算)。

2. 詢問当地的老居民，請他們从記憶里說明过去大洪水的情况，指認洪水痕迹。調查主要内容分为：

表1-2

土壤野外鉴别表

土壤类别	手触时的感觉	肉眼或放大镜观察	干土性質	湿土性質	潮湿土壤搓碾时的状态	其他特征
粘土	感觉不到砂的成分用力能压成块	看不见砂	非常硬的块,不易被锤击成粉末	很粘,塑性均强,且甚滑腻	易搓成细而长直径约一公厘的细条	在疏松状态下,用刀切割表面平滑,干粘土有光的痕迹
壤土	感觉有少量砂,易压成块	能看出砂粒	以锤撞击用手按压时块易碎裂	塑性,粘性均较弱	能搓成粗而短的条	用刀切割时表面平滑但可以看出砂粒,干燥时发光
砂壤土	砂粒很多不用力即压成块	砂多于粘土	土块用手压及踢于板上时,易碎裂	非塑性	不能搓成条,或成球形表面形成裂纹并破裂	用刀切时表面粗糙
砂土	感觉不到有粘土的成分	只能看见砂	分散而不成块	没有凝聚性	不能搓成条	

甲、历史上洪水的发生概况：在可能调查到的时期内，总共发生过几次大洪水，哪年洪水最大，哪年次之，洪水一般发生在什么月份，什么时间，当时河道断面及河槽两岸的情况，洪水一般的涨落时间等。

乙、测出洪水痕迹处的纵横断面，若洪水痕迹明显时，应测出洪水水面比降。必须注意：选择的洪水断面应在河道较平直的地区，不要因河道转弯或涌水等现象，影响了洪水位的准确。

丙、调查洪水断面处的河道及被淹河滩的被复特征，以确定造率。

六、淹没迁移及社会经济调查

1. 对水库容积以内的房屋，田地，以及坟墓和较大的树木等，都必须调查清楚作为计算赔偿及政府考虑适当安排的依据。

2. 灌区原有的水利设施，水库修建后，应如何与原有水利设施配合。灌溉的面积，土质，农作物种类，灌溉后的产量增加情况，蓄水后是否可以改种其他作物，在需水季节、早期的长短，当地的灌溉方法及灌水定额等，以供计算蓄水量及经济效益时应用。

3. 灌区社会经济情况：包括了解灌区范围内的农业社多少，人口、劳力及畜力等，以便考虑施工安排。

4. 了解各种建筑材料来源及当地交通运输情况和各种材料单价等。

七、流域被复情况

调查流域被复情况，主要是给将来估算洪水量时采用径流系数供给可靠的资料。较大的流域面积内还应分别调查出各种不同的被复，如山坡是否陡峻，林木生长情况等等。

结合被复调查，应在流域内了解现有的水土流失程度，由于水土流失将直接影响到水库的使用年限，因而较大的水库，必须要同时考虑流域内的水土保持工作。

第二章 规划設計

一、庫容的决定

1. 决定死容积：一般水庫必須考虑下列問題来决定死庫容的大小。

甲、在含沙量大的河流，为了不使泥沙很快淤积庫容，而使水庫丧失或减少效用，应当留足够的死庫容。

乙、在气候較冷的地区，死庫容水深应大于冰冻水深。在坝前有鋪盖的水庫，应考虑在冬季水庫放空时，不能使鋪盖土壤冻结，发生裂縫。

丙、死庫容的水面就是將來放水涵管底的高度，因此我們还必須考虑所留死庫容深度，要能使全灌区都可以自流灌溉。

丁、考虑养魚养鴨等副业，庫内应留一定的水深。

2. 蒸发渗漏：水庫中水量的主要損失是水庫水面蒸发及坝身与庫床的渗漏。蒸发一般是以一定時間內的蒸发深度来表示，然后再乘以該時間的水庫水面面积，換算成体积。渗漏因計算比較困难，小型水庫一般多采用估計的方法，茲將蒸发和渗漏、損失的計算方法分別写在下面：

甲、蒸发損失：蒸发損失的确定，是根据水庫附近的水文站或气象站的資料为依据的，在水庫蒸发損失計算中，采用多年記錄中的最大年蒸发量。若观测蒸发量的蒸发皿口徑在0.75公尺左右者，应将实际观测資料乘以改正系数0.75，这是因为小蒸发皿的蒸发量比水庫庫面实际蒸发量大的緣故，若蒸发皿大于3公尺者，則无須修正。

求出年的庫面实际蒸发量后，便可下面的公式估算，求

出全年的总蒸发体积。

$$V_{\text{蒸}} = \frac{E}{1,000} \times \frac{A_1 + A_2}{2}$$

式中 $V_{\text{蒸}}$ ——年蒸发損失体积（立方公尺）；

E ——年蒸发量（公厘）；

A_1 ——水庫充滿时的水面面积（平方公尺）；

A_2 ——死庫容水面面积（平方公尺）。

在沒有資料的情况下，可以参閱表 2-1 查出年蒸发量。

表2-1

地 区	未改正的蒸发量(公厘)
陕北地区	1519
关中地区	1137
商雒地区	996
安康地区	929
陕南地区	666

乙、渗漏損失：渗漏主要是通过坝身，通过坝底或繞越坝的兩端到坝下游渗出，或通过庫床渗入地下的透水层向离开水庫的方向等几种情况，而后兩种最为严重。在水庫地質条件不够好时，必須采取下列有效措施以减少渗漏損失。

第一：在庫底上鋪盖防漏层，如用三合土或粘土等。

第二：如果庫床的縫隙不太多或不太寬时，可將石层縫隙用水泥或粘土漿灌入封住。渗漏損失采用表 2-2 估計。

3. 灌溉需水：需水量的决定应以消灭普通旱灾为計算的依据，就是要在一般天旱的时期內，保証作物生長需要的水量，旱天过后，降雨会使水庫繼續蓄水，以保証田地的随时灌溉，因此我們应当按照当地的最不利的情況(旱天最長的时期)来考虑。

表2-2

地 質 情 况	全 年 損 失
良 好	0.5M或5~10%
中 等	0.5~1.0M或10~20%
不 好	1.0~2.0M或20~40%

注：表內的深度是指壩前蓄水深。

表內的%是以占水庫容積的百分比計。

前面的勘测調查中已經談到，在修建水庫時，應調查灌區的一般干旱天數，每次灌水深度及能維持的時間，根據這個數字，就可以求出每畝地的一次灌水量，再乘上保證抗旱的天數內的灌溉次數，就可以得出一畝地在抗旱天數內的共計需水量，然后再乘上灌溉面積，就得出总的灌溉需水量。

灌區需水量 = 灌溉面積 (畝) × 每畝每次需水量 ×
抗旱天數
一次灌水維持天數。

若在興修水庫後，要將旱地改種水稻，那就必須考慮到維持一季水稻所必要的水量，若用理論計算，非常繁復，因為它关系到每日水庫的來水量與灌區需水量。所以我們建議，採取以每畝 300 公方需水量計算。其灌溉需水量就應是灌溉面積乘以每畝需水量 300 公方。

渠道的滲漏損失，黃土地區一般採用灌區需水量的 30% 估算。採用時可參考土質、渠道長度等因素，予以提高或降低。

4. 庫容計算：庫容包括兩個部分，一是死庫容，一是有效蓄水量。

有效蓄水量是由死庫容水面（涵洞底）到有效庫容水面之

間的水庫容積。它是灌區需水量、渠道損失、庫內蒸發、滲漏損失的總和。

我們先根據灌溉面積及作物需水情況計算出灌區需水量，求出渠道損失。再根據灌區需水量在水位庫容曲線上查出在死庫容水位以上應有的高度，然後再求出其水面面積，就可以計算蒸發損失。按死庫容與灌區需水量的總和乘以滲漏百分比，求出滲漏損失量，最後總加起來，就是有效蓄水量。

小的水庫，渠道及水庫蒸發滲漏損失水量，可採用灌區需水量的 20% 計算。

有效蓄水量 = 灌區需水量 + 灌區需水量 × 0.20。

為了便利從水庫容量決定灌溉面積，現介紹表 2-3 以供參考採用。

二、埧型選擇及埧基處理

1. 埧型種類與選擇 埧的類型很多，按建築材料分類，有土埧、混凝土埧、堆石埧、圪工埧等多種。小型水庫的埧宜採用土料或土石混合筑成，因為土埧可就地取材，施工也較易，花錢較少。

土埧亦有多種——如勻質埧、心牆埧、斜牆埧、土石混合埧等四種。埧型應根據當地土壤種類及數量來選擇，現把它分別介紹如下：

甲、勻質埧：若土埧是用一種土料筑成的，叫勻質土埧。勻質土埧埧身要具有足夠的不透水性，建築埧的最佳土壤應是粘壤土，其中含沙量在 50—70%，含粘土量在 50—30% 之間為最好。如含沙量過多則易于滲漏，含沙過少的粘土遇水容易滑塌，乾時容易裂縫，在當地如有足夠的沙子和粘土時，亦可適量的配合用來建築勻質土埧，見圖 2-1。埧高在 10 公尺以

表2-3

有效蓄水量	灌溉面积			有效蓄水量			灌溉面积		
	抗旱三十天	稻田	以每亩300公方	亩数		蓄水总量	抗旱三十天	稻田	以每亩200公方
				水浇地	水浇地				
2,000	8.0	5.0	53.0	26.5	52,000	208	138	1385	692.5
4,000	16.0	10.5	106.5	53.0	54,000	216	143	1438	719.0
6,000	24.0	16.0	160.0	80.0	56,000	224	148	1491	745.5
8,000	32.0	21.0	213.0	106.5	58,000	232	154	1545	772.5
10,000	40.0	26.5	266.0	133.0	60,000	240	159	1598	799
12,000	48.0	32.0	320	160	62,000	248	165	1652	825.5
14,000	56.0	37.0	373	186.5	64,000	256	170.5	1706	853
16,000	64.0	42.5	426	213.0	66,000	264	176	1760	880
18,000	72.0	48.0	480	240	68,000	272	181	1813	906.5
20,000	80.0	53.0	533	266.5	70,000	280	186.5	1867	933
22,000	88.0	58.5	586.0	293	72,000	288	192.0	1920	960
24,000	96.0	63.5	639	319.5	74,000	296	197	1973	986.5
26,000	104.0	68.5	692.0	346	76,000	304	202.5	2027	1013
28,000	112	74.5	747	373	78,000	312	207.5	2080	1040
30,000	120	79.5	800	400	80,000	320	213	2134	1067
32,000	128	85.0	853	426.5	82,000	328	218.5	2187	1093.5
34,000	136.0	91.0	907	453.5	84,000	336	224	2240	1120
36,000	144	96.0	960	480	86,000	344	229	2293	1147
38,000	152	101.0	1013	506.5	88,000	352	235	2346	1173
40,000	160	106	1066	533	90,000	360	240	2400	1200
42,000	168	111	1119	560	92,000	368	245	2453	1227
44,000	176	117	1172	586	94,000	376	251	2506	1253
46,000	184	122	1225	612.5	96,000	384	256	2560	1280
48,000	192	127	1278	639	98,000	392	261	2613	1307
50,000	200	133	1332	666	100,000	400	267	2667	1334

注：① 有效蓄水量单位是公方，灌溉面积单位是市亩。② 渠道损失，水重蒸发渗漏按有效蓄水量的20%计算。③ 渠道中水重抗旱30天是以每亩需水200公方计。水浇地每次用水灌水量定额是30公方/亩。

下者迎水坡可不砌护坡，可用砂及卵石铺0.3—0.5公尺的护面。

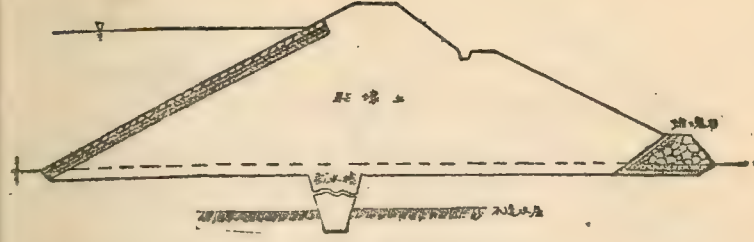


图2-1

乙、心牆坝：在土坝中心部分，用透水性小的土壤作成防渗心牆，与地面下的截水槽连成一体，减少土坝的渗漏及降低浸润线。坝址附近不可能取得大量粘壤土，而有大量砂壤土时，就可采用心牆坝型。

用粘壤土作为心牆，分层填土，应仔细夯实，靠近心牆的部分，用较细密的土壤，离心牆越远，就可用透水性较大的土壤。在下游，若土料很缺时，亦可用砂、礫石等填筑。

心牆的位置在坝的中心或略偏于上游，但高度不应超出坝顶，心牆的外形是梯形断面，顶宽不应小于0.8—1.0公尺，下部不应小于水头的1/10，顶部要高出最高水位0.5公尺，心牆顶至坝顶，应不小于冰冻厚度，截水槽上的坡面，在6:1~10:1之间(图2-2)，坝低时可以不砌块石护坡。

丙、斜牆坝：如果坝基的不透水层很深，为了不致开挖很深的截水槽，可采用带有护底的斜牆坝，来代替心牆坝，以减少坝下渗漏。在紧靠斜牆下面的地方，用透水性较小的土料填筑，离斜牆远处，则可采用透水性较大的土料。粘土或壤土斜牆，应按其高度逐渐向下加厚，使水深与斜牆厚度的比值在各

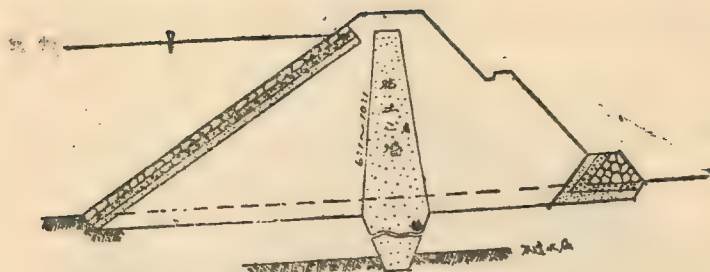


图2-2

个断面上能大致一样(即斜牆厚与水深成正比的变化),斜牆上部厚应在1.0公尺以上,而下部厚起碼要在2.0公尺以上,水头较高的应不小于水头的 $1/10$ 。高度应在水庫最高水位上0.5公尺。为使斜牆迎水面不发生冲刷,滑坍及乾裂現象,应在上面鋪設保护层,保护层是用乾砌块石及礫石、砂等筑成,厚度不小于0.5—0.8公尺,或用單磚鋪砌較為經濟,斜牆頂上的保护层,亦不应小于冰冻厚度。通常斜牆下部用截水牆与护底鋪盖相接(图2-3)。

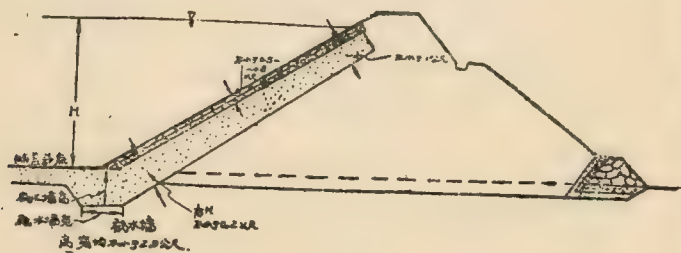


图2-3

丁、土石混合坝:在土料少而石料多的地区,基础为岩层,或比較堅实在承受荷載后不会发生显著的沉陷者,就可以采取土石混合坝。断面的構造是把透水性小的土料放在近水部

分,坝低时可以不砌块不护坡。石料放在背水的部分,土石料相接的地方,作倒滤层,以免渗水將迎水部分的土料帶走,影响坝的安全(图2-4)。

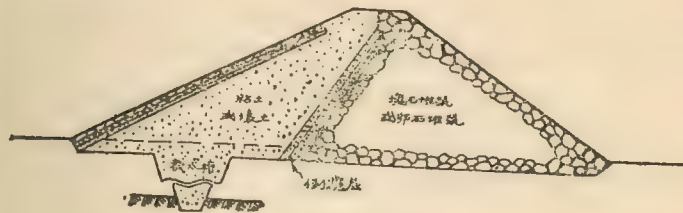


图2-4

2.坝基处理 土坝基础的好坏,直接关系到土坝的安全,因为不良基础所产生的大量滲漏,不但損耗庫容水量,且有使土坝崩坍的危險。基础处理的好坏,是保証水庫蓄水的關鍵,大致可分为三种情况:

甲、不透水层距地面很淺时,可將透水层全部清除,使土坝直接筑在不透水层上。土坝与石基础的連接应在石基上砌筑向上伸出的齿牆,用混凝土或水泥沙漿砌块石修筑(图2-5甲)。如果坝基是土質基础,应在坝基上开挖溝槽把坝体土料填筑入內(图2-5乙)。齿牆或溝槽的周边总長,可按原来坝底总長度的5%計算。

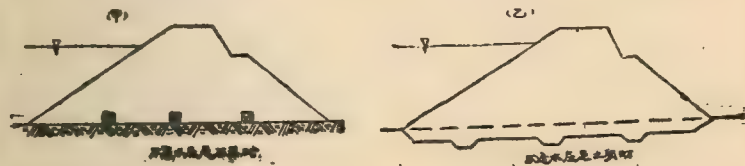


图2-5

乙、不透水层位于10公尺以内时，可作截水槽，直达不透水层下最少0.5公尺处。均质土坝截水槽位置有在中間的(图2-1)，也有在略靠上游的。而心牆坝的截水槽，必須与心牆連接，截水槽底寬不应小于2.0公尺(图2-2)。若在土石混合坝上修建截水槽时，必須修在迎水土料底部(图2-4)。

丙、不透水层很深，不易达到时，可在坝上游作不透水鋪盖(粘土、壤土)，与坝身連接，鋪盖长度为3—5倍的坝前最大蓄水深，厚度不应小于1.0公尺(图2-6)。

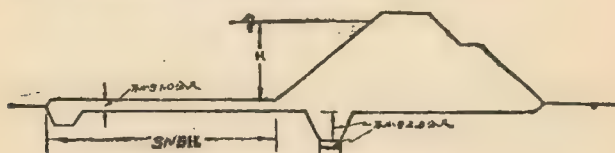


图2-6

若坝前鋪盖与斜牆坝的斜牆或土石混合坝的土料部分連接时，应加設截水牆(參閱图2-3)。

三、土坝設計

1. 坝高的决定 水库土坝的高度是由“死庫容水深”“有效水深”“溢洪道过水深”，“安全超高”和“风浪高”决定的。即：

$$\text{土坝高} = \text{死庫容水深} + \text{有效水深} + \text{溢洪道最大过水深} + \text{安全超高} + \text{风浪高}$$

这个公式中所包括的“死庫容水深”和“有效水深”在前面已經解釋过了，这里不再重复，只簡單談一下“溢洪道过水深”、“安全超高”和“风浪高”。

甲、什么叫“溢洪道水深”，我們知道，每一个水库工程为了泄溢庫内多余水量，以保証土坝的安全，必須修建溢洪道，

在溢洪时，溢洪道的过水深度叫“溢洪道水深”。关于溢洪道水深怎样确定，留在以后再講。

乙、风浪高：对于小型水库，蓄水深在7.0公尺以下的坝，我們計算风浪高度，只考虑风速的影响；若对于較大的水库，蓄水深度超过7.0公尺，因坝至对面的距离很大，所以我們就必须考虑这个影响。风浪高可根据下式計算：

$$\text{对水深小于7.0公尺的水库} \quad \text{风浪高} = 0.73 \times \text{风速}$$

$$\text{对水深大于7.0公尺的水库} \quad \text{风浪高} = 0.208 \times (\text{风速})^{\frac{5}{4}} \times (\text{庫面最大距离})^{\frac{1}{3}}$$

，为了計算方便，各地可按照当地最大风速和水库庫面最大距离，采取表2-4数值。

丙、安全超高：安全超高就是說土坝高度除了庫内水深，溢洪道水深和波浪高外，还应再高些，以保証安全。安全超高可参考表2-5：

表2-5

安全超高数值

坝高	10公尺以下	10~15公尺	15~20公尺
安全超高	0.5公尺	0.75公尺	1.0公尺

2. 土坝的沉陷高 土坝填土，虽然在施工中我們要严格要求达到一定的夯实标准，但在坝填好以后，仍难免要发生沉陷。所以在土坝設計时必须考虑沉陷問題。否則，会因沉陷降低了坝的高度而有洪水漫坝的危險。坝的沉陷問題是一项复杂工作，往往还得經過試驗，实际亦难达到要求。我們建議采用坝高的5%—10%作为沉陷高度。

3. 坝頂寬的决定 坝頂的寬度应根据坝的高度来决定，坝越高，則坝頂应该越寬，但高度大于5公尺的应不小于2.0公尺。可参考表2-6。

表2-4 土壩波浪高度参考表

庫面最大距離 (公里)		風		浪		高		(公尺)	
風級	風速 公尺/秒	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
4	6.70	0.20	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30	0.35	0.35
5	9.35	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45
6	12.30	0.40	0.40	0.45	0.50	0.50	0.55	0.60	0.60
7	15.50	0.50	0.50	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80	0.80
8	18.95	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.90	1.00	1.00
9	22.75	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.15	1.20	1.25

橫向壩前

庫面最大距離 (公里)		風		浪		高		(公尺)	
風級	風速 公尺/秒	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	
4	6.76	0.35	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	
5	9.35	0.45	0.50	0.50	0.50	0.60	0.60	0.65	
6	12.30	0.60	0.65	0.65	0.70	0.80	0.80	0.85	
7	15.50	0.85	0.85	0.90	0.90	1.00	1.00	1.05	
8	18.95	1.10	1.10	1.20	1.20	1.30	1.30	1.35	
9	22.75	1.35	1.40	1.45	1.45	1.50	1.50	1.55	

說明：①为了取成整数，表列数字按实际计算数字都有所增加。

②風速是按蒲福尔氏風速的最大最小平均值。

表2-6

壩頂寬度

單位：公尺

壩高	2—5公尺	5—10公尺	10—15公尺	15—20公尺
壩頂寬	1.5—2.5公尺	3—4公尺	4—5公尺	5—6公尺

有的土壩壩頂还可以作公路，以利交通，这样壩頂寬度就應該按照公路等級确定。数值如表2-7：

表2-7

壩頂兼作公路时的寬道

單位：公尺

公路等級	壩頂寬	備注
四級	7.0	为双車道
五級	5.0	为單車道

4. 土壩戤台的选定 高度超过9公尺的土壩，在背水坡須加設戤台，以增加壩身的稳定和减少暴雨水流对壩坡的冲刷。戤台的高和寬可参考表2-8选定。

表2-8

土壩高	9—15公尺	16—20公尺
戤台距壩底高	5—8公尺	9—12公尺
戤台寬	1.0公尺	1.5公尺

对土石混合壩可不留戤台。

5. 土壩边坡的选定 土壩边坡的选定可参照表2-9。

高度超过9公尺的土壩外坡，往往戤台以上較陡。

对于土石混合壩，因背水面用石料筑成，所以背水坡可陡些，一般水庫多用1:1到1:1.5。

表2-9

土壩的边坡表

土 壩 高	2—5公尺	6—10公尺	11—15公尺	16—20公尺
內 坡	1:1.5—1:2	1:2.5—1:3	1:3	1:3
外 坡	1:1—1:1.5	1:2—1:2.5	1:2—1:2.5	1:2—1:2.5

6. 土壩护坡 当水庫修成以后, 由于蓄水面积很大, 壩的临水坡受风浪冲刷, 有被淘空的危险, 所以较高的土壩 (壩高在10公尺以上) 临水坡都必须加护, 以保证壩身安全。

甲、块石护坡: 土壩护坡的高度应超过壩内最高水位, 超过的数字应不小于当地最大风力引起的风浪高。但也不能小于0.5公尺。护坡方法的选择主要是因地制宜就地取材, 兹介绍简易方法于后:

在石料多的地区, 最好用块石砌护。用的块石大小以不小于30公分为好, 單行鋪砌, 并在块石底下鋪設一层厚为15—20公分的碎石、粗砂如图2-7。

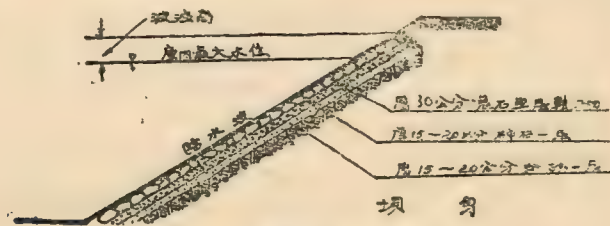


图2-7

乙、梢料护坡: 在缺乏石料的地区, 如壩高不超过10公尺, 可以采用树枝或其他材料护坡较为经济简单, 缺点是耐久性不够。作法可沿临水坡鋪設厚度约20—30公分的梢料, 并在梢料上面每隔0.5至1.0公尺压一梢捆 (粗10公分长约2.0公尺,

用柳条捆成), 再用木桩釘于壩上 (如图2-8)。

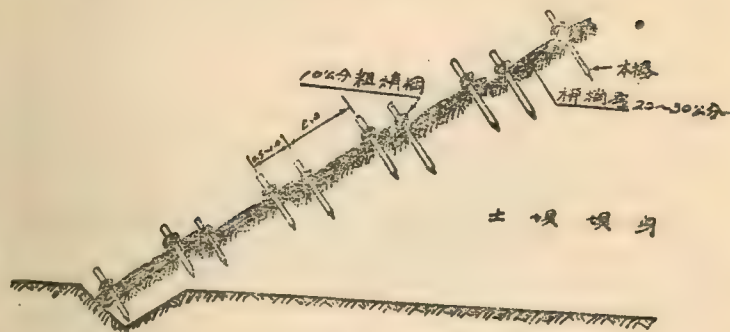


图2-8

7. 倒滤壩 水庫土壩是不会一点水也不漏的。当水庫蓄水后, 就会慢慢渗水, 壩越高, 渗水就越大, 这种渗水若不设法排出, 土壩背水坡最低部分土壤中的水分就会增多, 当这些水增加到土壤中再也存不住水的时候, 就要流出, 随着水的流出, 壩坡就可能发生滑塌, 这是很危险的, 所以6公尺以上的土壩在背水坡脚做有倒滤壩。倒滤壩的作用是排出渗入壩身的水, 避免背水坡的滑塌危险。

倒滤壩的式样很多, 常用的有棱式 (图2-9) 和斜臥式 (图2-10) 两种, 棱式的倒滤壩对增加土壩的稳定和降低浸潤綫都有较好的作用, 只是用石料很多, 适合于石料丰富的地方。斜臥式倒滤壩最省材料, 施工也容易, 也能防止壩坡冲刷, 但不能降低浸潤綫。

倒滤壩的尺寸如表2-10。

8. 附表 为了简化計算手續, 把常用的均質壩, 心牆壩, 土石混合壩, 按不同的壩高制成表2-11、12、13供各地使用。这个表的使用方法很简单, 举例说明如下:

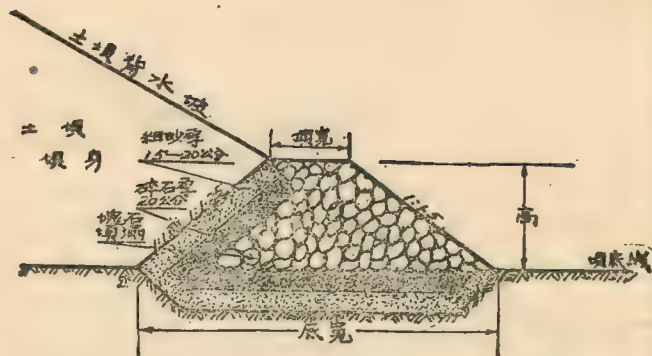


图2-9 棧式倒濾壩

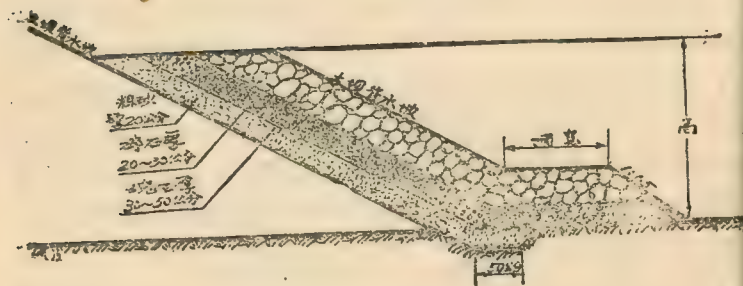


图2-10 斜臥式倒濾壩

例如：某一水庫設計壩高為12公尺，不透水層在地面以下3公尺，按當地土質情況採用均質壩，並須加設棧式倒濾壩，平均壩長為60公尺。設計壩的斷面尺寸和土方量：

解：①土壩設計：從表2-11找到均質壩，當壩高12公尺時，在第3欄查得壩頂寬為4.0公尺，第4欄查得壩底寬為6.5公尺。

根據規定壩高超過9公尺時必須留戽台。由表第6欄查得

表2-10

棧式、斜臥式倒濾壩尺寸、材料表

壩高 (公尺)	壩頂寬 (公尺)	壩底寬 (公尺)	外坡比	內坡比	每公尺材料			斜臥式倒濾壩			頂寬 (公尺)	每公尺材料				
					塊石 (公方)	碎石 (公方)	粗砂 (公方)	砂層厚度 (公分)	碎石厚度 (公分)	塊石厚度 (公分)		塊石 (公方)	碎石 (公方)	粗砂 (公方)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	1.4	1.0	4.5	1:1.5	1:1	3.08	1.60	1.28	20	20	30	1.0	1.08	0.92	0.91	
7	1.6	1.0	5.0	1:1.5	1:1	3.97	1.24	1.44	20	20	30	1.0	1.22	1.02	1.01	
8	1.8	1.0	5.5	1:1.5	1:1	4.68	1.36	1.56	20	20	30	1.0	1.36	1.10	1.09	
9	1.8	1.0	5.5	1:1.5	1:1	4.68	1.36	1.56	20	20	30	1.0	1.36	1.10	1.09	
10	2.0	1.0	6.0	1:1.5	1:1	5.43	1.54	1.76	20	20	30	1.0	1.50	1.18	1.17	
11	2.1	1.0	6.25	1:1.5	1:1	6.10	1.60	1.84	20	20	40	1.5	1.32	1.26	1.22	
12	2.2	1.0	6.5	1:1.5	1:1	6.98	1.72	1.92	20	20	40	1.5	2.40	1.41	1.27	
13	2.2	1.0	6.5	1:1.5	1:1	6.98	1.72	1.92	20	20	40	1.5	2.56	1.56	1.47	
14	2.3	1.2	7.53	1:1.5	1:1.25	8.59	1.94	2.20	20	30	40	1.5	2.68	2.46	1.53	
15	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	9.85	2.13	2.46	20	30	40	1.5	2.92	2.50	1.63	
16	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	9.85	2.13	2.46	20	30	40	1.5	3.62	2.60	1.63	
17	2.6	1.2	8.35	1:1.5	1:1.25	10.62	2.24	2.50	20	30	40	1.5	3.74	2.70	1.69	
18	2.8	1.5	9.20	1:1.5	1:1.25	13.10	2.50	2.70	20	30	40	1.5	3.98	2.94	1.79	
19	2.9	1.5	9.48	1:1.5	1:1.25	13.87	2.58	2.78	20	30	40	1.5	4.10	2.99	1.84	
20	3.0	1.5	9.75	1:1.5	1:1.25	14.92	2.69	2.80	20	30	40	1.5	4.22	3.07	1.89	
6	4.0	1.0	3.5	1:1.5	1:1	1.77	0.78	0.94	20	20	30	1.0	0.81	0.12	0.72	
7	1.1	1.0	3.75	1:1.5	1:1	2.09	0.88	1.04	20	20	30	1.0	0.87	0.77	0.77	
8	1.2	1.0	4.0	1:1.5	1:1	2.30	0.94	1.12	20	20	30	1.0	0.93	0.82	0.82	
9	1.4	1.0	4.5	1:1.5	1:1	2.97	1.02	1.30	20	20	30	1.0	1.05	0.92	0.92	
10	1.6	1.0	5.0	1:1.5	1:1	3.84	1.24	1.42	20	20	30	1.0	1.17	1.02	1.02	
11	1.7	1.0	5.25	1:1.5	1:1	4.25	1.30	1.48	20	20	30	1.0	1.30	1.15	1.12	
12	1.8	1.0	5.5	1:1.5	1:1	4.68	1.36	1.56	20	20	30	1.0	1.45	1.21	1.22	
13	1.9	1.0	5.75	1:1.5	1:1	5.13	1.46	1.64	20	20	30	1.0	1.60	1.41	1.40	
14	2.0	1.0	6.0	1:1.5	1:1.25	6.28	1.72	1.90	20	20	30	1.0	1.74	1.46	1.38	
15	2.1	1.0	6.25	1:1.5	1:1.25	7.00	1.80	2.02	20	20	40	1.5	2.46	1.51	1.43	
16	2.2	1.0	6.5	1:1.5	1:1.25	7.55	1.88	2.06	20	20	40	1.5	2.66	1.56	1.48	
17	2.3	1.2	7.53	1:1.5	1:1.25	8.89	1.98	2.20	20	30	40	1.5	2.76	2.51	1.51	
18	2.4	1.2	7.8	1:1.5	1:1.25	9.42	2.10	2.30	20	30	40	1.5	2.86	2.59	1.57	
19	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	10.03	2.20	2.40	20	30	40	1.5	3.01	2.67	1.63	
20	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	10.03	2.20	2.40	20	30	40	1.5	3.15	2.75	1.69	

說明

①該表所有與土壩有關的數據均參照表2-11,12所列尺寸。

②雙柱式至濾壩的材料：粗砂和碎石是以20公分厚計算所得。

台距坝底高为7.0公尺,第5欄查得戕台頂寬为1.0公尺,第7欄查得临水坡比为1:2.5,第8、9兩欄查得背水坡比为1:2。

由已知条件,因不透水层在地面以下3公尺,截水牆采用底寬为2.0公尺,边水坡为1:1。

②倒濾坝設計:从表2-10中,当均質土坝高为12.0公尺时,在第3欄中查得倒濾坝高为2.2公尺,第4欄中查得倒濾坝頂寬为1.0公尺,第5欄查得倒濾坝底寬为6.5公尺,第6欄查得倒濾坝外坡比为1:1.5,第7欄查得倒濾坝內坡比为1:1。

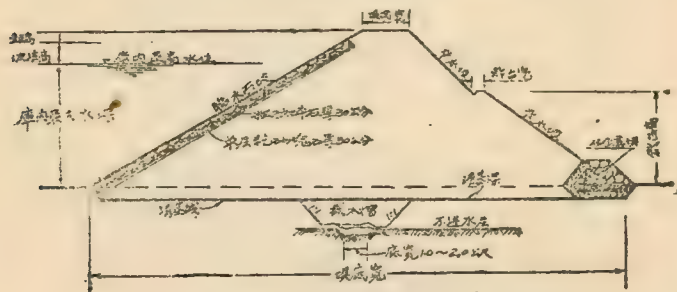


图2-11 均質土壩断面

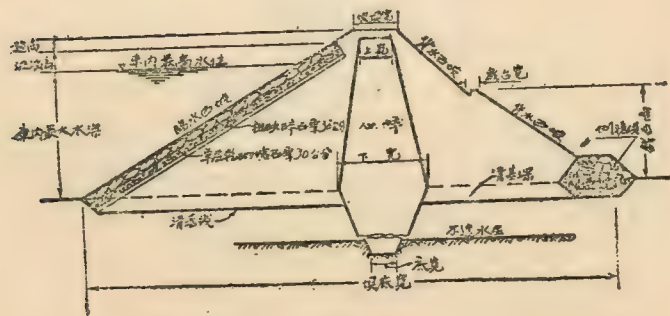


图2-12 心牆土壩断面

表2-11 均質壩各部尺寸表

壩高 (公尺)	壩內最大水深 (公尺)	壩頂寬 (公尺)	壩底寬 (公尺)	戕台頂寬 (公尺)	戕台底寬 (公尺)	臨水面坡比 豎:橫	背水面坡比 戕台以上戕台以下 豎:橫 豎:橫		每公尺土方量 (公方)	每公尺护坡材料 粗砂 (公方) 碎石 (公方) 块石 (公方)		
1	2	2.5	2.0	1.0	5.0	1:1.5	1:1.5	1:1.5	19.5			
3	3.5	2.5	2.5	1.0	5.5	1:2.0	1:1.5	1:1.5	38.0			
4	4.5	2.5	2.5	1.0	6.0	1:2.0	1:2	1:2	62.5			
5	5.0	3.0	3.0	1.0	6.5	1:2.0	1:2	1:2	88.64			
6	6.0	3.5	3.5	1.0	7.0	1:2.0	1:2	1:2	119.05	2.96	2.96	4.44
7	7.0	4.0	4.0	1.0	7.5	1:2.0	1:2	1:2	172.21	3.50	3.50	5.25
8	8.0	4.5	4.5	1.0	8.0	1:2.0	1:2	1:2	221.10	4.74	4.74	7.11
9	9.0	5.0	5.0	1.0	8.5	1:2.0	1:2	1:2	270.49	5.37	5.37	8.06
10	10.0	5.5	5.5	1.0	9.0	1:2.0	1:2	1:2	329.27	6.00	6.00	9.01
11	11.0	6.0	6.0	1.0	9.5	1:2.0	1:2	1:2	389.56	6.64	6.64	9.95
12	12.0	6.5	6.5	1.0	10.0	1:2.0	1:2	1:2	466.13	7.27	7.27	10.90
13	13.0	7.0	7.0	1.0	10.5	1:2.0	1:2.5	1:2.5	540.14	7.90	7.90	11.85
14	14.0	7.5	7.5	1.0	11.0	1:2.0	1:2.5	1:2.5	619.73	8.53	8.53	12.80
15	15.0	8.0	8.0	1.0	11.5	1:2.0	1:2.5	1:2.5	726.82	9.16	9.16	13.75
16	16.0	8.5	8.5	1.0	12.0	1:2.0	1:2.5	1:2.5	812.11	9.48	9.48	14.22
17	17.0	9.0	9.0	1.0	12.5	1:2.0	1:2.5	1:2.5	909.20	10.11	10.11	15.17
18	18.0	9.5	9.5	1.0	13.0	1:2.0	1:2.5	1:2.5	1,011.70	10.74	10.74	16.12
19	19.0	10.0	10.0	1.0	13.5	1:2.0	1:2.5	1:2.5	1,111.97	11.38	11.38	17.06
20	20.0	10.5	10.5	1.0	14.0	1:2.0	1:2.5	1:2.5		12.01	12.01	18.01

表2-12

表2-12 心 心 牆 壩 各 部 尺 寸 表																
壩 高 (公 尺)	壩 內 最 大 水 深 (公 尺)	壩 頂 寬 (公 尺)	壩 底 寬 (公 尺)	戲 台 頂 寬 (公 尺)	戲 台 距 壩 頂 高 (公 尺)	貼 水 面 坡 比	背 水 面 坡 比	每 公 尺 土 方 量 (公 方)	心				壩 上 寬 (公 尺)	壩 下 寬 (公 尺)	壩 頂 距 壩 底 高 (公 尺)	壩 頂 距 壩 底 高 (公 尺)
									壩 上 寬 (公 尺)	壩 下 寬 (公 尺)	壩 頂 距 壩 底 高 (公 尺)	壩 頂 距 壩 底 高 (公 尺)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	2.5	2.0	11.0	1.0	5.0	1:1.5	1:2	1:1.5	16.80	2.5	1.0	1.8	1.0	7.70		
4	3.5	2.5	16.5	1.0	5.5	1:2	1:2	1:1.5	32.4	3.5	1.0	2.2	1.0	10.40		
5	4.5	2.5	22.5	1.0	6.0	1:2	1:2	1:2	54.92	4.5	1.0	2.5	1.0	13.28		
6	5.0	3.0	27.0	1.0	7.0	1:2	1:2	1:2	77.64	5.5	1.0	3.0	1.1	17.5		
7	6.0	3.0	31.6	1.0	8.0	1:2	1:2	1:2	105.07	6.5	1.0	3.3	1.2	20.73		
8	7.0	3.6	35.6	1.0	9.0	1:2	1:2	1:2	154.73	7.5	1.0	3.5	1.2	23.93		
9	8.0	3.6	40.6	1.0	10.0	1:2	1:2	1:2	200.17	8.5	1.0	3.9	1.2	28.48		
10	9.0	3.6	45.6	1.0	11.0	1:2	1:2	1:2	245.79	9.5	1.0	4.2	1.3	32.95		
11	10.0	4.0	52.5	1.0	12.0	1:2	1:2	1:2	300.39	10.5	1.0	4.5	1.4	37.73		
12	11.0	4.0	59.0	1.0	13.0	1:2	1:2	1:2	355.63	11.5	1.0	4.9	1.5	43.53		
13	12.0	4.0	70.0	1.0	14.0	1:2	1:2	1:2	426.15	12.5	1.1	5.3	1.6	50.35		
14	13.0	4.0	79.0	1.0	15.0	1:2	1:2	1:2	497.24	13.5	1.1	5.5	1.7	53.70		
15	14.0	4.0	84.5	1.0	16.0	1:2	1:2	1:2	571.43	14.0	1.1	5.8	1.8	59.70		
16	14.5	5.0	91.5	1.5	17.0	1:2	1:2	1:2	671.37	15.0	1.2	6.2	2.0	67.80		
17	15.5	5.0	96.5	1.5	18.0	1:2	1:2	1:2	750.51	15.0	1.2	6.5	2.0	74.35		
18	16.5	5.0	102.0	1.5	19.0	1:2	1:2	1:2	830.35	17.0	1.2	6.9	2.0	82.20		
19	17.5	5.0	107.5	1.5	20.0	1:2	1:2	1:2	936.08	18.0	1.2	7.2	2.0	89.40		
20	18.5	5.0	112.5	1.5	21.0	1:2	1:2	1:2	1629.32	19.0	1.2	7.5	2.0	96.90		

說明：

① 每公尺心牆土方以不垂水层位于地下3.0公尺計算。
② 土方量中不包括心牆方數。
③ 护坡方數同表2-11。
④ 土方量不包括清基部分。

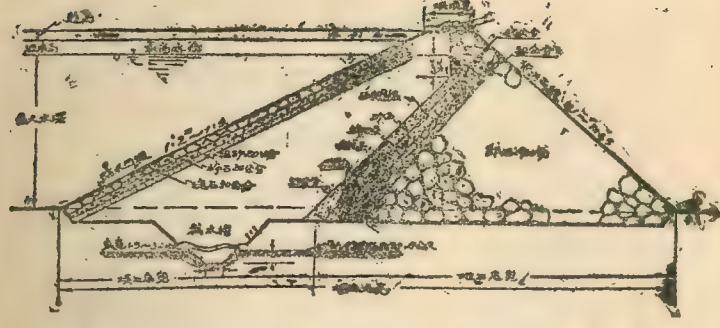


图2-13 土石混合壩

四、放水工程

水庫放水工程的类型很多，根据我省情况，常采用的是臥管涵洞和立管涵洞两种。下面分別加以介紹：

1.臥管：臥管与涵洞的結合布置如图2-14甲。

甲、結構及种类：臥管有斜管式及階級式兩種，斜管式臥管是用条石、混凝土或其他材料（象木材、竹料）做成的方形或圓形管子，隔一定距离开一放水孔。階級式（如图 2-14 乙）是

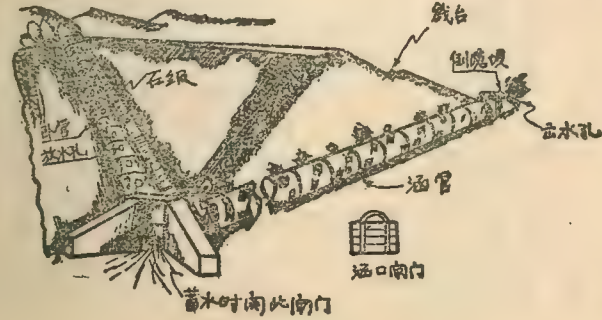


图2-14甲

表2-13 土石混合壩各部尺寸及每公尺材料表

壩高 (公尺)	壩內最 大水深 (公尺)	壩頂寬 (公尺)	壩底寬 (公尺)	壩土底寬 (公尺)	堆石底寬 (公尺)	边坡		截水牆底寬 (公尺)	每公尺長壩需土、方石(公方)		每公尺過濾層需材料(公方)				每公尺護戕需材料(公方)			
						臨水面 1:2	背水面 1:1		土(公方)	方石(公方)	石(公方)	碎石(公方)	砂(公方)	粗砂(公方)	石(公方)	碎石(公方)	粗砂(公方)	石(公方)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
5	4	3.5	21.0	11.25	9.75	1:2	1:1	1.0	27.03	20.50	1.59	1.57	2.01	3.63	2.42	2.72		
6	5	3.5	27.5	15.75	11.75	1:2	1:1	1.5	44.33	29.57	2.12	2.12	2.69	5.21	3.48	3.48		
7	6	3.5	31.5	17.75	13.75	1:2	1:1	1.5	53.87	40.59	2.65	2.65	3.36	6.16	4.11	4.11		
8	7	4.0	36.0	20.00	16.0	1:2	1:1	1.5	77.41	55.61	3.11	3.11	4.03	7.11	4.74	4.74		
9	8	4.0	41.8	22.00	19.8	1:2.5	1:1.2	1.5	86.20	78.98	3.71	3.71	4.70	8.05	5.37	5.37		
10	9	4.0	46.0	24.0	22.0	1:2.5	1:1.2	1.5	115.99	98.15	4.24	4.24	5.37	9.01	6.00	6.00		
11	10	4.0	50.2	26.0	24.2	1:2.5	1:1.2	1.5	139.77	119.52	4.77	4.77	6.04	9.95	6.64	6.64		
12	11	4.0	54.4	28.0	26.4	1:2.5	1:1.2	2.0	161.54	143.05	5.30	5.30	6.72	10.90	7.27	7.27		
13	12	4.5	59.75	30.25	29.5	1:3	1:1.25	2.0	194.53	176.37	5.83	5.83	7.39	11.85	7.90	7.90		
14	13	4.5	64.0	32.25	31.75	1:3	1:1.25	2.0	223.64	205.22	6.36	6.36	8.06	12.80	8.53	8.53		
15	14	4.5	68.25	34.25	34.0	1:3	1:1.25	2.0	251.63	236.37	6.89	6.89	8.73	13.75	9.16	9.16		
16	14.5	5.0	73.0	37.5	35.5	1:3	1:1.25	3.0	323.57	326.43	7.16	7.16	9.07	14.22	9.48	9.48		
17	15.5	5.0	81.5	39.5	42.0	1:3	1:1.5	3.0	339.11	335.69	7.69	7.69	9.74	15.17	10.11	10.11		
18	16.5	5.0	86.0	41.5	44.5	1:3	1:1.5	3.0	377.15	377.40	8.22	8.22	10.41	16.12	10.74	10.74		
19	17.5	5.0	90.5	43.5	47.0	1:3	1:1.5	3.0	417.12	421.67	8.75	8.75	11.08	17.06	11.38	11.38		
20	18.5	5.0	95.0	45.5	49.5	1:3	1:1.5	3.0	469.22	468.44	9.28	9.28	11.75	18.01	12.01	12.01		

說明：①每公尺長壩中石方量不包括护坡和頂面壩石方。土方量中不包括截水墙部分。

②各种材料中不包括清基部分。

③护坡材料以护坡高出最大水位0.5公尺計算。厚度如图示之尺寸。

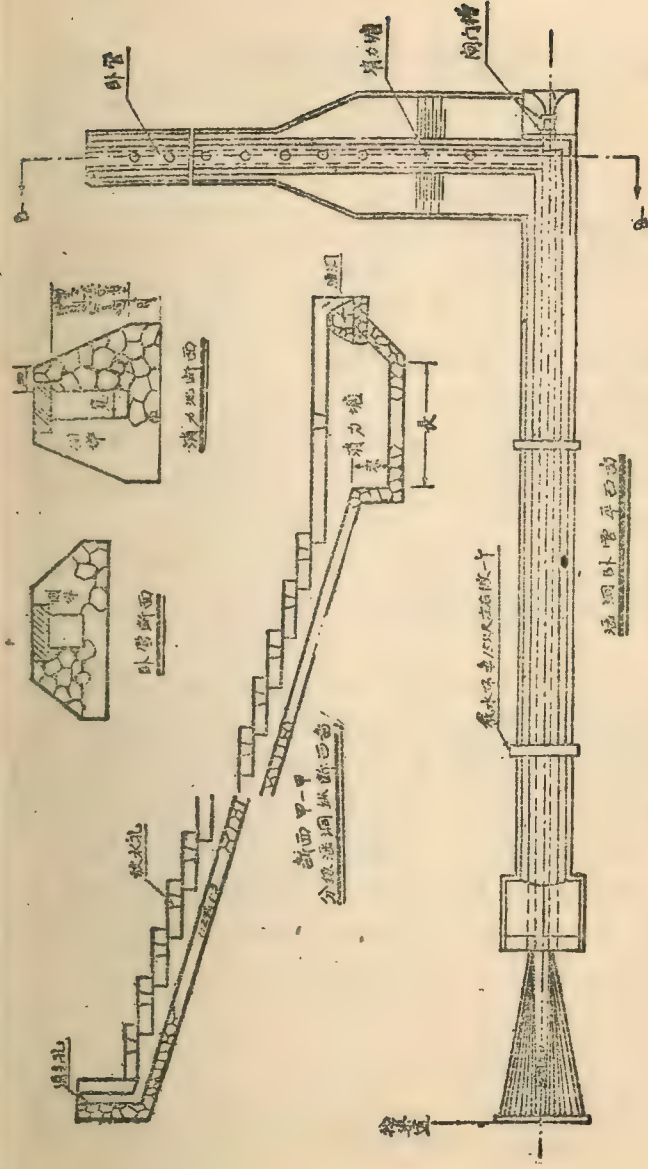


图2-14B

用条石或混凝土做成方管或長方管，分成很多台級，每台开有放水孔。放水孔的作用是控制进入管中的水量。平常用木塞塞紧，用水时拔开一个或数个(拔开的多少以放水的大小而定)，水便經臥管涵洞流入渠道。

斜管式臥管和階級式臥管最好做在土堤臨水面的山坡上(当兩岸山坡太陡，开挖費事，且水庫也不太大时，还可以修在堤坡上)。臥管坡度一般多采用 1:2 或 1:3 不宜太陡，也不宜太緩。太陡水流过急，会冲毀涵洞出口，且容易产生滑動；太緩臥管長度增長浪費了材料。

一般較高的土堤多用階級式臥管，因为这种設備結構簡單，开启方便，斜管式臥管多用木料或其他材料做成，适用于較小的水庫。

乙、臥管的断面：臥管的大小与所要通过的流量及坡降有关。当我们知道了流量和坡降时就可从表 2-14 中查得臥管的尺寸。

丙、消力塘(井)的大小：臥管和涵洞相接合的地方需要用消力塘连接起来，以杀水势，防止涵洞和渠道被冲坏，若为立管与涵洞接合可用消力井。消力(塘)井的大小和流量有关，尺寸可参阅表 2-14。

丁、臥管放水孔的大小：臥管放水孔有方有圓，它的大小随每次开放孔数的多少和每台的淨高以及所要通过的流量有关。表 2-15 是按同时开放兩孔每台淨高为 0.5 公尺計算，若开放的孔数的高低不同可用下列公式計算：

$$\text{圓孔直徑} = 0.68 \times \sqrt{\text{流量} / \frac{1}{\text{水头}}}$$

戊、臥管管壁及側牆尺寸的決定：

①臥管厚度：臥管主要受水的压力，所以它的厚度决定于它在水下的位置和跨度以及構成臥管的材料，数值参考表 2-16。

表 2-14 臥管断面及消力井(塘)尺寸表

尺寸 流量 公方/秒	臥管				消力井			消力塘		
	坡度=1:2		坡度=1:3		井深	井寬	井長	塘深	塘寬	塘長
	圓管直徑	方形管寬×高	圓管直徑	方形管寬×高						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.02	20	15×15	20	15×15	30	40	100	20	40	100
0.04	20	15×15	20	15×15	30	40	120	40	40	120
0.06	25	20×20	25	20×20	40	50	120	50	50	160
0.08	25	20×20	25	20×20	40	50	140	50	50	180
0.1	30	25×25	27	25×20	50	60	150	50	50	200
0.2	40	35×20	35	30×30	50	75	230	50	50	220
0.3	45	40×35	40	35×35	50	75	230	50	60	240
0.4	50	45×40	45	40×35	60	90	300	50	60	360
0.5		45×45		45×40	70	90	320	70	70	380
0.6		50×50		45×45	80	120	390	80	80	380
0.7		55×50		50×45	85	120	410	80	80	400
0.8		55×55		50×50	90	120	450	80	90	410
0.9		60×60		55×50	90	120	450	80	90	430
1.0		65×60		55×55	90	120	480	85	90	450

表 2-15 臥管放水孔孔徑尺寸

流量 公方/秒	方孔每边長 (公分)	圓孔直徑 (公分)	流量 公方/秒	方孔每边長 (公分)	圓孔直徑 (公分)
0.02	15	15	0.4	40	35
0.02	15	15	0.5	45	40
0.05	15	25	0.6	50	40
0.05	20	20	0.7	55	45
0.1	20	20	0.8	60	50
0.2	30	25	0.9	60	50
0.3	35	30	1.0	65	55

說明：放水孔是按同时开放兩孔計算，每隔 0.5 公尺一級，第一孔放水与水面齐平时再开第二孔。

表2-16

圓形混凝土臥管管壁厚度

管厚(公分) 水深(公尺)		管 徑 (公分)											
		11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
3		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
5		5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7
7		5	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8
9		5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	9	9
11		5	5	5	5	6	7	7	7	8	9	9	10
备 注													

表2-17

方形臥管蓋板厚

水深 (公尺)	淨寬 0.3 公尺		淨寬 0.50 公尺		淨寬 0.80 公尺					
	石蓋板 厚 (公分)	混凝土 蓋板厚 (公分)	石蓋板 厚 (公分)	混凝土 蓋板厚 (公分)	石蓋板 厚 (公分)	混凝土 蓋板厚 (公分)	鋼筋混凝土蓋板			
							厚	鋼筋面 積	主鋼筋	架筋
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	9.5	8.0	13.5	11.5	20.5	18.0	12	4.7	$\phi 9^{mm}$ 15	$\phi 6^{mm}$ 20
6	13.0	11.0	18.5	16.0	28.5	25.0	15	5.9	10	20
9	15.5	13.5	22.5	19.5	35.0	30.5	18	7.2	$\phi 12^{mm}$ 15	20
12	18.0	15.5	26.0	22.5	40.5	35.0	20	8.3	13	20
15	20.0	17.5	29.0	25.0	45.0	39.0	22	9.3	12	20
18	22.0	19.0	31.5	27.5	49.5	43.0	24	10.1	11	20
20	24.0	21.0	35.0	30.0	54.0	45.0	26	11.0	10	20

②方形臥管側牆尺寸參考表2-18

表2-18

方形臥管測牆尺寸 (公分)

牆	高	30	40	50	60	70	80	90	100
頂	寬	40	45	50	50	55	60	65	20
底	寬	70	85	100	110	125	140	155	170

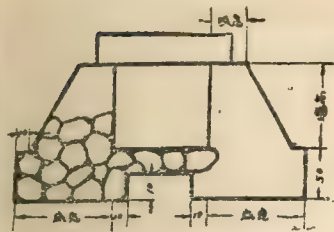


圖2-15 方形臥管断面

2.立管: 立管是用石或磚砌成的立在土堤臨水面底部。在立管臨水的面隔一定的距離，開有放水孔，使用方法和臥管一樣。

這種放水設備也可用木料或竹料做成，結構也很簡單，造價低廉，但開啟不易，只能

適合于小塘子。

立管放水孔的大小：因這種設備用于小塘，為便利施工計。一般采用和臥管尺寸一樣大小。立管與涵洞的結合如圖2-16。

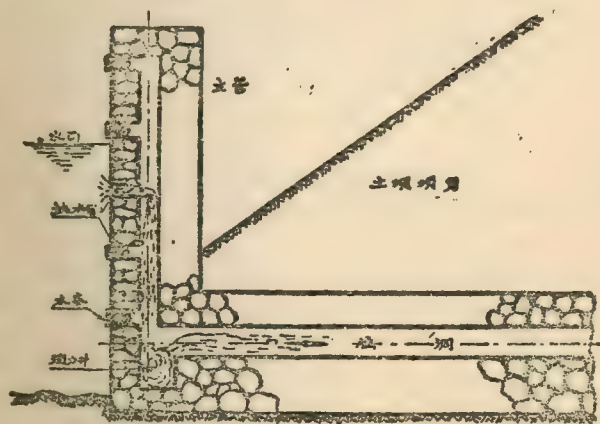


圖2-16

3.涵洞: 涵洞是做在堤身下面的洞子，水通過它流入渠道。

甲、涵洞的種類和尺寸：

①方形涵洞：这是一种群众采用最多的式样，構造簡單，如表 2-20 附图，盖板采用条石或混凝土，厚度参考表 2-19，側牆用 1:2 白灰砂漿或 1:2:9 水泥白灰砂漿砌块石或磚做成，尺寸可参考表 2-20 (書末插頁)。

②磚石拱涵洞 (图 2-18)，适用于較大的跨度 (跨度在 0. 公尺以上) 和較高的填土，各部尺寸可参考 2-21 决定。

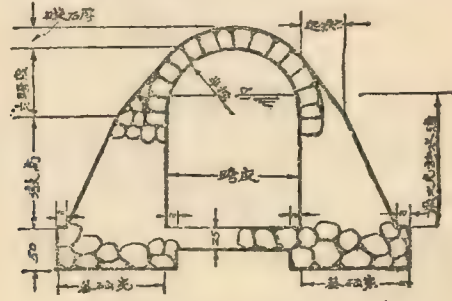


图2-18 拱涵

表2-21 石磚拱涵洞各部尺寸 單位：公分

項 目	尺 寸	40	50	60	70	80	90
跨 度		40	50	60	70	80	90
墩 高		45	60	70	80	80	90
起 拱 面 寬		35	40	40	40	40	40
基 础 寬		60	70	70	80	80	90
釐 石 厚		30	35	40	40	40	40
最大允許過水深		50	70	80	85	90	105

③涵管：一般常用的是瓦管 (即缸管) 和混凝土管兩種：瓦管不能适用填土很高的土坝，若坝太高 (一般在 7.0 公尺以上) 建議采用混凝土管。瓦管的管徑不宜太大 (一般应在 45 分

表2-19 方形涵洞盖板厚度表

填土高 (公尺)	跨 度 (公尺)	30		40		50		60		70		80		90		100	
		条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土	条 石	混 凝 土
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3		12	10.5	15	13	17.5	15	20	17.5	23.0	20	25	22	28.5	24.5	31.0	27.0
5		15.5	13.5	19	16.5	22.5	17.5	26	22.5	29.5	25.5	33	23.5	36.5	37.5	40.0	34.5
8		20	17	24	21	28.5	24.5	32	23.5	37.0	32.5	41.5	36	46.0	40.0		43.5
14		23	20	28	24.5	38.5	29.0	38.5	33.5	43.5	38.0		42				
14		26	22.5	32	27.5	37.5	32.5	43.5	37.5		43.0						
17		29	25	35	30.5	41.5	36	41.5									
20		31	27	38	33		39										

說明：混凝土的標号是 140 号 (若用 400 号水泥时体积比为 1:2:4)。

下),若流量很大时,可采用兩排管子放水。

瓦管不能单独使用,必須在管外圈包一层石灰三合土,如图2-19所示,石灰三合土的厚度决定于管子的大小如表2-22。

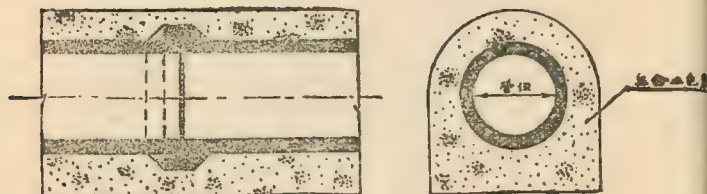


图2-19 瓦管放水涵洞

表2-22 瓦管内径和三合土包裹厚度对照表

瓦 管 内 径	1:2:4 石灰三合土包裹厚度
15	10
20	15
25	20
30	25
35	30
40	30

混凝土管:它的优点是坚固耐用,漏水很少,适合于較大的管徑和較高的填土,但缺点是消耗水泥多,技术性較高,此采用还不多。

当管徑在60公分以上时,用混凝土管,管壁很厚,不符合經濟的原則,因此建議采用鋼筋混凝土管。混凝土管所需的厚度及鋼筋混凝土管所需的厚度,鋼筋量如表2-23和表2-24。

表2-23

混凝土管尺寸

管內徑 (公分)	填土高 (公尺)					
	5	8	11	14	17	20
管壁厚 (公分)	7.5	9.0	11.0	13.5	15.0	18.0
30	7.5	9.0	11.0	13.5	15.0	18.0
40	9.0	12.5	14.5	18.0	20.0	23.0
50	12.0	15.0	18.5	21.0	25.0	27.0

乙、涵洞的坡度:涵洞的坡度一般多采用1/100或1/200,坡度太陡水太急,容易冲坏建筑物;太緩則水流不暢涵洞断面加大,增加工程費,同时也有淤积的危險。

丙、涵洞的大小:涵洞的大小决定于所要通过的流量,采取的坡度以及涵洞的式样可参考表2-25。

4.怎样决定臥管及涵洞:只要我們知道了水庫的水深,土坝高、設計流量和其他因素后就会很容易的利用前面的表决定臥管及涵洞的大小。

例如:有一水庫,土坝高17.0公尺,水深为15.0公尺,設計流量为0.29公方/秒,放水設備想修成台阶式臥管,拱形涵洞、圓形放水孔,臥管坡度为1:2涵洞坡度为1:200,若用石料試决定臥管、涵洞、放水孔的尺寸。

解:因为流量为0.29公方/秒,接近0.3公方/秒,所以我們就按0.3公方/秒进行計算,这样比較安全些。

①决定臥管的尺寸:

由表2-14第三欄查得流量为0.3公方/秒时長方形臥管寬为40公分,高为35公分。第9,10,11,欄查得消力塘深50公

表2-24

钢筋混凝土管管壁厚度及钢筋用量

管径 (公尺)	60公分				70				80				90				100				110			
	主筋		壁		主筋		壁		主筋		壁		主筋		壁		主筋		壁		主筋		壁	
	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5	6.5	2.4	19.5	7.0	32	18	8	27	15.5	9.5	23	13	13	10.5	21	12	11	20	11.5					
8	8.0	28	15.5	9.0	25	11	10	22	12.5	12	18.5	11	9	13	17	9.5	14	16	9.0					
11	9.5	23.5	13.0	10.0	22.5	12.5	12.5	17.5	10	14	16	9	15	15	15	8.5	16.5	13.5	7.5					
14	11.5	19.5	11.0	12.0	17	19.5	14.5	8.5	15.5	14.5	17	13	13	23	19	11.5	21	21	10.5					
17	12.5	18	10.0	14.0	16	9	16	14	7.5	23	19.5	11.5	20	21.5	10.5	18.5	22	9.5						
20	13.5	16.5	9.0	15.5	14.5	8	17	13																

说明：①表中未列出的填土高，可以用比它高的代替。如表中填土8公尺可以代替7公尺。

②表中管壁厚度仅指有效厚度，应用时还应加入3~4公分厚的保护层。

③表中主筋就是螺旋钢筋，φ9、φ12、φ16分别代表直径为9公分、12公分、16公分的钢筋。主筋所表示的值是主筋间距。如管径70公分，填土14公尺，若用12公分圆钢筋，则主筋间距为17公分。

④表中未列集筋，一律用直径为6公分、间距20公分。

表2-25

流量涵洞尺寸对照表

流量 公方/秒	比降 涵洞	1:100		1:200			
		圓涵直径 (公分)	方 涵		圓涵直径	方 涵	
			寬×高	寬×高		寬×高	寬×高
1	2	3	4	5	6	7	
0.02	20	20×25		20	20×30		
0.04	25	20×35		25	20×40		
0.06	25	30×30		30	30×35		
0.08	30	30×30		35	30×45		
0.10	35	30×40	40×30	35	30×50	40×45	
0.20	40	40×50	50×40	50	40×60	50×50	
0.30	50	40×65	50×55	55	40×85	50×70	
0.40	55	40×80	50×65	60	60×65	50×80	
0.50	60	50×75	60×65	65	60×85	50×95	
0.60	65	50×85	60×70	70	60×100	80×65	
0.70	65	50×95	60×80	75	60×110	80×75	
0.80	70	60×70	60×90	80	60×120	80×85	
0.90	75	60×75	60×95	85	60×120	80×90	
1.00	75	60×85	60×100	85	60×125	80×95	

说明：I. 表列各高值是涵洞之高，实际水深都比高小，小的数值如下：

①流量0.02至0.10公方/秒时，方涵高比实际水深高10至13公分。

②流量0.26至1.00公方/秒时，方涵高比实际水深高14至17公分。

③圆涵过水断面按直径的四分之三计算。

II. 方涵断面有两种尺寸，可以任意选用。

III. 方涵断面尺寸以适合方涵的过水断面。

分，宽60公分，长20公分。

由表2-17查得当水深为15公尺，跨度为50公分时，石盖板厚为29公分。

由表2-18查得墙高为40公分时（因36公分时接近40公分为安全计采取40公分的尺寸）墙顶宽为45公分，底宽为85公分。

② 決定放水孔尺寸：

由表 2-15 中查得當流量為 0.3 公方/秒時，圓形放水孔的直徑為 30 公分。

必須注意：因該表數值均按台級淨高為 0.5 公尺，同時開放兩孔計算，所以實際應用時必須按照這個要求才能放足 0.3 公方/秒水。

當我們決定了以上的尺寸後就可畫出臥管的斷面來如圖 2-20。

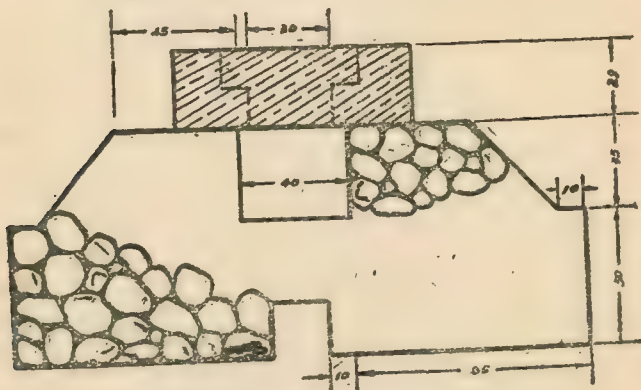


圖 2-20

③ 決定涵洞尺寸：

由表 2-25 中查得當流量為 0.3 公方/秒，坡度為 1:200，涵洞尺寸為 40 × 85 和 50 × 70，因 40 公分跨度要作拱涵很不容易，所以採用 50 × 70 公尺，由說明中的第二條知道實際水深應比涵高小 14~17 公分，即實際水深是 70 - 14 公分 = 56 公分或是 70 公分 - 17 公分 = 53 公分。

當跨度為 50 公分時，由表 2-21 中查得墩高為 60 公分，最大允許過水深為 70 公分均大於 56 公分（實際水深），不會影響水

流。所以就採用跨度為 50 公分，墩高為 60 公分，基礎寬為 70 公分，礫（拱）石厚為 35 公分，起拱面為 40 公分作放水涵洞。如圖 2-21。

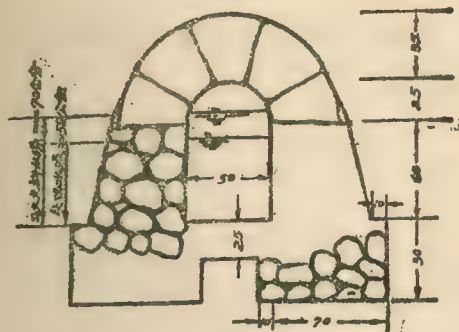


圖 2-21

五、溢洪道

溢洪道是宣洩庫滿後多餘的水量，不使其超越土壩頂端而發生危險。因此溢洪道必須要能夠通過河內可能發生的最大洪水，溢洪道的計算步驟如下：

1. 洪水壘估計：

甲、痕迹法：在前面水文調查中，已經談到洪水痕迹的調查問題。洪水痕迹法的計算，頂好能夠在現場進行，以便查對。洪水斷面應多調查幾處，使最大洪水量能夠互相比較，採取最合理的數字。

根據洪水調查記錄，將洪水斷面繪制於方格紙上，計算出過水面積、濕周、比降等。

$$\text{比降} = \frac{\text{施測起點至終點的高差}}{\text{起點至終點的水平距離}}$$

用公式： $Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$ 計算流量。

式中 ω ——过水面积;

R ——水力半径 = $\frac{\text{面积}(\omega)}{\text{湿周}(x)}$;

i ——比降。

C 为系数, 根据不同的糙率 n 与水力半径 R 而变。 n 值的
擇按照河道具体情况采用表 2-26。

表2-26 河道糙率 n 值表

类别	河 槽 特 征	n
1	在异常有利条件中的天然河槽, 其中包括山区起源, 但比降不大、干淨、毕直、无淤塞、土質的(粘土、砂、細礫石)河槽 比降在0.0005~0.0008之間	0.025
2	与第一类相同的礫岩礫石河槽 比降在0.0008~0.0010之間	0.030
3	河床表面状态及形状很良好的周期性的河道。与第二类相同的礫岩礫石河槽, 但显著的含有泥沙或具有較粗的卵石 比降在0.001~0.003之間	0.035
4	情况良好的周期性河道(干谷)的土質河槽。在山区河流下游的开辟良好的規則的礫石河槽 比降在0.003~0.007之間	0.040
5	阻塞很重的、弯曲而部分生草的、多石而水流不平靜(大、中河流)的河槽。洪水时挟带大量泥沙的, 河床为粗礫的复盖或为植物(草等)所复盖的周期性(暴雨和春汛)水流。 比降在0.007~0.015之間	0.050
6	严重阻塞和曲折的周期性水流的河槽。水面不平的山区型河流(中游)的礫岩、漂石河槽 比降在0.015~0.05之間	0.060
7	水流湍急多变的、水石相碰的(水花向上飞溅)、山区河流的(中游与上游)山区型漂石河槽 比降在0.05~0.09之間	0.080
8	山区瀑布型河槽、主要在粗漂石的河底曲折不平的上游河槽中; 河底落差极为明显, 泡沫如此之多, 以至于水失去透明性而成为白色, 水声嘈杂压过其他一切声音, 以至談話困难 比降在0.09~0.20及大于0.20之值	0.100

表2-27

C 值表

R 公尺	n	0.025	0.030	0.035	0.040	0.050	0.067	0.080	0.100
0.06	19.6	14.8	11.4	9.2	6.4	3.78	2.72	1.74	
0.08	21.2	16.1	12.8	10.5	7.2	4.40	3.22	2.13	
0.10	22.4	17.3	13.8	11.2	8.0	4.96	3.67	2.46	
0.12	23.5	18.3	14.7	12.1	8.64	5.47	4.08	2.60	
0.14	24.0	19.1	15.4	12.8	9.24	5.92	4.45	3.09	
0.16	25.4	19.9	16.1	13.4	9.90	6.34	4.79	3.37	
0.18	26.2	20.6	16.8	14.0	10.24	6.73	5.14	3.63	
0.20	26.9	21.3	17.4	14.5	10.76	7.10	5.46	3.90	
0.22	27.6	21.9	17.9	15.0	11.20	7.44	5.77	4.15	
0.24	28.3	22.5	18.5	15.5	11.68	7.80	6.07	4.36	
0.26	28.8	23.0	18.9	16.0	12.06	8.10	6.32	4.61	
0.28	29.4	23.5	19.4	16.4	12.36	8.35	6.56	4.81	
0.30	29.9	24.0	19.9	16.8	12.68	8.67	6.82	5.01	
0.35	31.1	25.1	20.9	17.8	13.54	9.33	7.42	5.52	
0.40	32.2	26.0	21.8	18.6	14.21	9.97	7.94	6.01	
0.45	33.1	26.9	22.6	19.4	14.90	10.52	8.52	6.42	
0.50	34.0	27.8	23.4	20.1	15.60	11.02	8.98	6.88	
0.55	34.8	28.5	24.0	20.7	16.20	11.50	9.40	7.22	
0.60	35.5	29.2	24.7	21.8	16.68	12.00	9.84	7.61	
0.65	36.2	29.8	25.3	21.9	17.20	12.44	10.24	7.98	
0.70	36.9	30.4	25.8	22.4	17.66	12.87	10.62	8.31	
0.80	38.0	31.5	26.8	23.4	18.56	13.60	11.26	8.91	
0.90	38.9	32.3	27.6	24.1	19.26	14.24	11.90	9.50	
1.00	40.0	33.3	28.6	25.0	20.06	14.90	12.50	10.00	
1.10	40.9	34.1	29.3	25.7	20.50	15.50	13.00	10.45	
1.20	41.6	34.8	30.0	26.3	21.20	15.94	13.50	10.85	
1.30	42.3	35.5	30.6	26.9	21.86	16.50	14.00	11.25	
1.50	43.6	36.7	31.7	28.0	22.80	17.30	14.74	12.05	
1.70	44.7	37.7	32.7	28.9	23.60	18.04	15.42	12.68	
2.00	46.0	38.9	33.8	30.0	24.60	18.90	16.21	13.47	
2.50	47.9	40.6	35.4	31.5	25.90	20.08	17.34	14.43	
3.00	49.3	41.9	36.6	32.5	26.80	20.90	18.20	15.20	

采用 n 值必須慎重考虑，因为它直接关系到計算成果的正确性，在 n 值决定后，就根据水力半徑 R 及糙率 n ，于表 2-27 查出 C 值。

在各值具备后，就可以代入公式求出洪水流量。

如山溪河溝在洪水期，超出河槽，漫至兩岸灘地，由于河槽与灘地采用糙率 n 不同，故应分別計算流量，最后相加(图 2-22)。

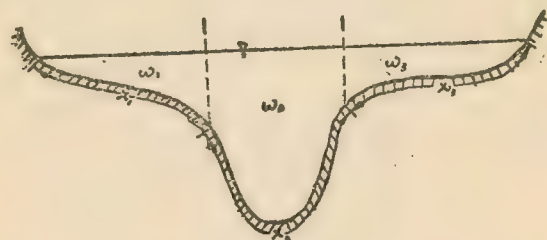


图 2-22

先求出各个面积的不同水力半徑 $R_1 = \frac{\omega_1}{X_1}$, $R_2 = \frac{\omega_2}{X_2}$, $R_3 = \frac{\omega_3}{X_3}$, 根据河槽及灘地的不同特征，决定出 n 值，有实际經驗和一些理論数据繪算出来的，因各地具体情况不同，希慎重选用。图中横坐标代表流域面积，縱坐标代表每平方公里能产生的洪水量。例如某水庫的流域面积是10平方公里，地区在陝南，先在横坐标上找出10平方公里，垂直向上与陝南地区的曲綫相交，再順着交点水平向左，看出每平方公里产生的洪水量是6.0公方/秒，再乘以該流域面积10平方公里，得出最大洪水量是60公方/秒。

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$= \omega_1 C_1 \sqrt{R_1 i} + \omega_2 C_2 \sqrt{R_2 i} + \omega_3 C_3 \sqrt{R_3 i}$$

乙、經驗公式法：經驗公式估算，必須要以河流附近水文站記載的最大暴雨量为依据。先了解暴雨的强度是每小时多少公厘，再把它換算成每秒鐘多少公尺。例如某地暴雨强度为每小时60公厘，把它換算成每秒公尺时就应是

$$\frac{0.060}{1 \times 60 \times 60 (\text{秒})} = 0.000017 \text{ 公尺/每秒}$$

再將其代入公式：

最大洪水流量 = 集雨面积(平方公尺) × 最大暴雨强度(公方/秒) × 逕流系数。

逕流系数根据集水区被复情况由表 2-28 查出。

表 2-28

地 面 狀 况	逕流系数 C 值	說 明
地形略有起伏坡度較小	0.30~0.50	1. 地面坡度陡的 C 值大 2. 地面复盖物稀薄的 C 值大
丘陵地带带有森林及較濃密的复盖物	0.30~0.40	3. 地面土层淺薄的 C 值大 4. 地面土質越粘的 C 值大
丘陵地带无森林，地面复盖物稀薄	0.50~0.65	5. 山坡耕地比梯田 C 值大 6. 水土流失严重的 C 值大
山丘地带山岩陡峻无森林	0.75~0.85	

在計算最大洪水量时，逕流系数一般常采用0.6~0.7。

丙、洪水量單位面积流量图法：下面的图 2-23 是根据实际經驗和一些理論数据繪算出来的，因各地具体情况不同，希慎重选用。图中横坐标代表流域面积，縱坐标代表每平方公里能产生的洪水量。例如某水庫的流域面积是10平方公里，地区在陝南，先在横坐标上找出10平方公里，垂直向上与陝南地区的曲綫相交，再順着交点水平向左，看出每平方公里产生的洪水量是6.0公方/秒，再乘以該流域面积10平方公里，得出最大洪水量是60公方/秒。

在图上还可以看出，流域面积愈小，它的單位面积产生的洪水量大，流域面积愈大，反而較小，这是因为集流时间的緣故。流域面积大了，各处的逕流汇集一块流至坝址处的时间較長，在最远处的洪水流到坝址时，近处的洪水已被洩出很多，

因而可能发生的洪水量，平均到单位面积上，就比较小了。

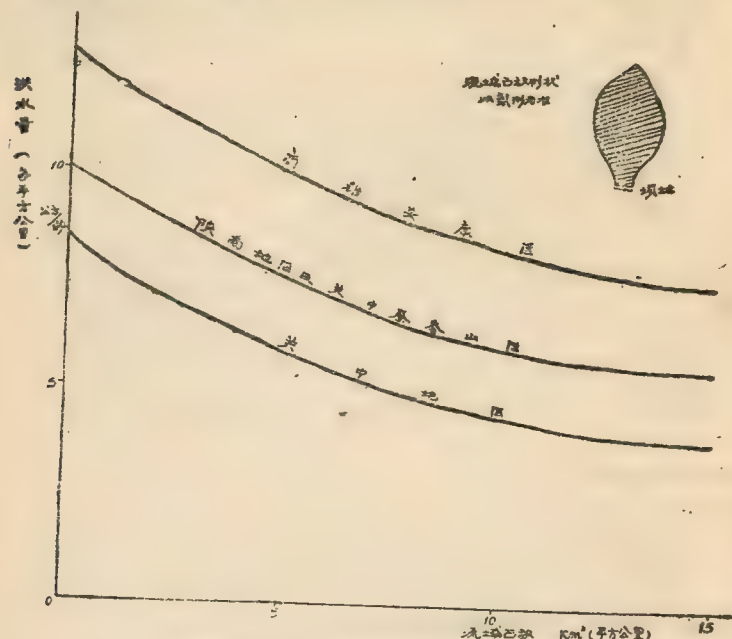


图 2-23 洪水量单位面积流量图

2. 溢洪道位置的选译：溢洪道位置应选在筑坝处的最节省土方，不必兴修庞大建筑物的地方。溢洪道距离坝址不能太远，在洪水期间，特别是有风浪时，坝前水位和溢洪道前水位会有高低不一致的现象，有溢出流量达不到计划要求的危险。再则远了不便照顾溢洪道前漂浮物的清除，容易发生洪水漫坝事故。但距坝身太近了，在通过洪水时，溢洪道如有渗漏，对土坝不利。溢洪道口可开宽些浅些，山坡用较平坦的坡度。如果坝侧山坡很陡，就应采取窄深的形式，以节省土方，有些时候因地形限制，溢洪道可低于坝前最大蓄水深度，在正常蓄水

时，用一小土埂挡住，图 2-24 作溢洪道时，应使溢洪水面离坝顶有足够的高度，保证土坝安全。溢洪道一般常见的位置，有下面几种情况。

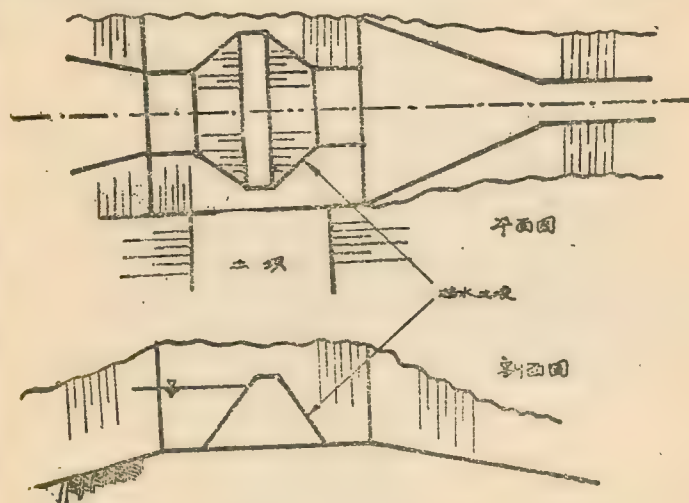


图 2-24

图 2-25 利用马鞍形低凹处作溢洪道的示意图是最理想的位置，它不但能节省大量土方，而且工程简单，因为离土坝较远，洪水泄入旁边谷中，使土坝本身非常安全。

有时候虽然没有天然的鞍形，但侧山很低，比坝顶高出很少，在这样的情况下，我们也应当尽量考虑使洪水能够泄入水库旁侧的沟中，如侧沟离库址不太远，可以开挖一段明渠引洪，请参阅图 2-26。

坝的两岸侧坡很高，附近又没有天然的马鞍地形，这时就要在坝的侧面开挖溢洪道。溢洪道应选在山坡较坦的一岸，并要有足够的长度，考虑到与旧河道联接有没有困难。溢洪道

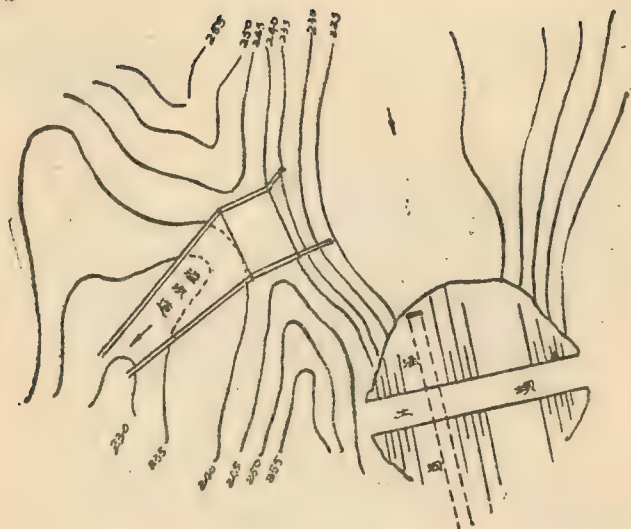


图 2-25

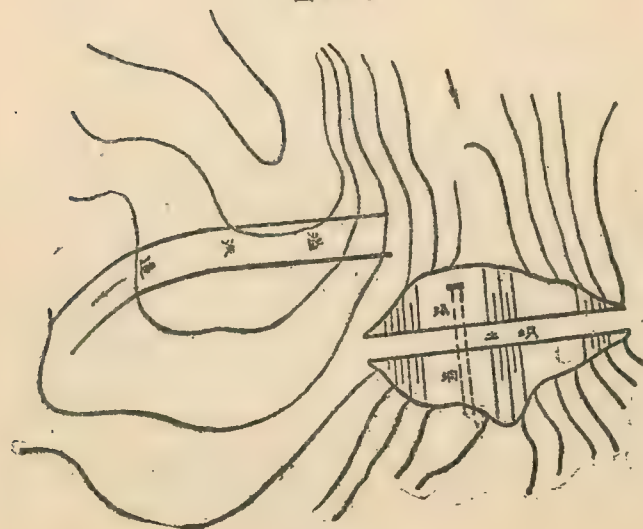


图 2-26

坝端的距离应大于 10 公尺，泄水渠离坝脚距离不近于 50 公尺 (图 2-27)，溢洪道侧山如比较陡峻时，应在溢洪道山坡上部修建截水沟，以免雨水冲跨侧坡，堵塞溢洪道，使不能正常排洪发生危险。

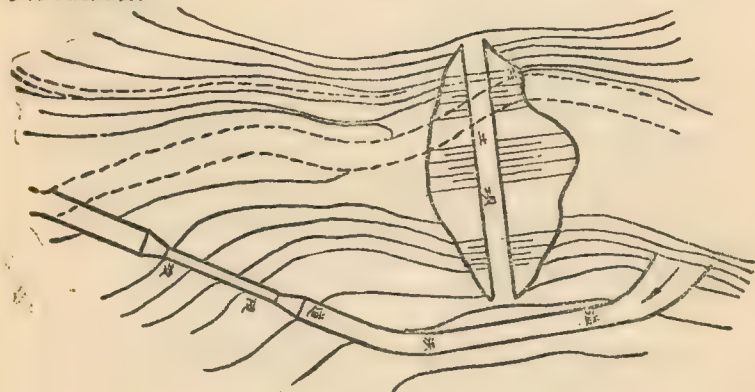


图 2-27

3. 溢洪道断面与陡坡：决定了洪水量以后，就可以进行溢洪道设计。溢洪道进口多采用宽顶堰形式，接着宽顶堰设一渐变槽，以便与明渠连接，用明渠将洪水送入陡坡，经过消力后宣泄于排洪渠内 (图 2-28)。

宽顶堰断面，是由溢洪水深和溢洪宽度来决定的，假使水深愈大，则宽度愈小，水深愈浅，则宽度愈大，在小型水库中，通常采用溢水深 0.5—1.5 公尺，这是因为水深小些，土坝就可以作低些，以节省土方。

溢洪道宽顶堰的长度 (指顺水流方向) 若超过 20 倍溢水深时，就不能通过原来的计算流量，洪水不能完全泄出就要抬高库水位，影响土坝安全。一般堰长多采用 3—8 倍的溢水深的范围内。

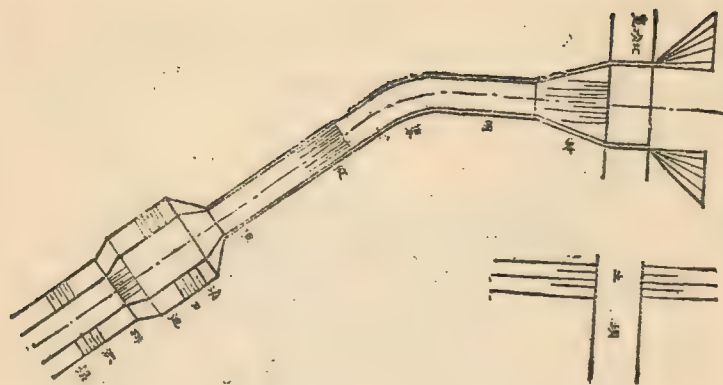


图 2-28

洪水过宽顶堰顶即滚流而下者，按下面的公式计算堰宽。

$$Q = MbH^{3/2} \quad b = \frac{Q}{MH^{3/2}}$$

式中 Q ——最大溢流量，以秒公方计；

H ——溢水深度，以公尺计；

M ——流量系数，一般在1.45~1.55间，建筑面光滑者用较大值，粗糙者用较小值。

为了便利，我们采用 $M=1.5$ 时，用公式 $b = \frac{Q}{1.5H^{3/2}}$ 计算出表 2-29(书末插页)，以供参考查用。

表 2-29 数值，适用于集水面积在 1.5 平方公里以内，若超过时，就太安全了，可采用高切林公式计算。

在宽顶堰的下部，筑成一 1/20 比降的渐变槽，其水平方向收缩在 4:1~5:1 之间，渐变槽有两个作用，一是让洪水经过溢洪宽顶堰后即滚流而下，使排出流量达到原设计要求。再一个

是为了使宽顶堰与明渠连接。

明渠的作用，是将洪水输入陡坡，因为陡坡的位置要根据实际地形才能决定，往往在渐变槽的下边，不能直接将洪流送入陡坡宣泄而下，故需明渠连接，若渐变槽后紧接陡坡，就可省去明渠段，那是最理想的了。一般明渠底坡比降多在 1/1000 左右，断面采用砌护的矩形或梯形断面。如在石山上开凿，就不需要砌护了。关于明渠断面设计，参考简易水利手册第三册(渠道工程)。

洪水由宽顶堰溢出，经过明渠，要泄入下面的河床内，还有很大一段高差，往往因地形限制，不能采用明渠那样缓慢的比降，这就必须用较高的速度，将洪流由上面沿着陡坡引向下游。

跌差在 15 公尺以内时，陡坡可采用较陡 (1:5、1:4、1:3) 的坡度，1:2~1:5 的陡坡，可采用干砌块石保护流槽，但下面应铺以碎石子、沙子等倒滤设备，厚度大于 3 公分，并每隔 3 公尺设一隔水墙。陡坡坡度小于 1:5 时，如山坡土质较好，就不必要砌护，采用延长土渠的方法将洪水排入河沟。

陡坡断面采取宽浅或窄深的形式，应看地形情况，本着省工减料的原则决定。陡坡流槽如不是矩形断面时，其边坡应大于 1:1，一般常用 1.5:1 或 2:1 两种。陡坡的底部顶好上下同宽，若消力池尺寸比陡坡大时，在陡坡下部可作以扩散，以便与消力池联接。

在天然的岩石上开凿溢洪道陡坡，就不需砌护，并且在底部及两侧，不必刨平，这样可以降低水流速度。陡坡需用砌护时，侧墙或底部都应在老土之上，若因地形限制与老土不能衔接时，应填土夯实，并加大砌护尺寸。

经过陡坡的洪水，因速度很大，在底部即形成水跃现象，

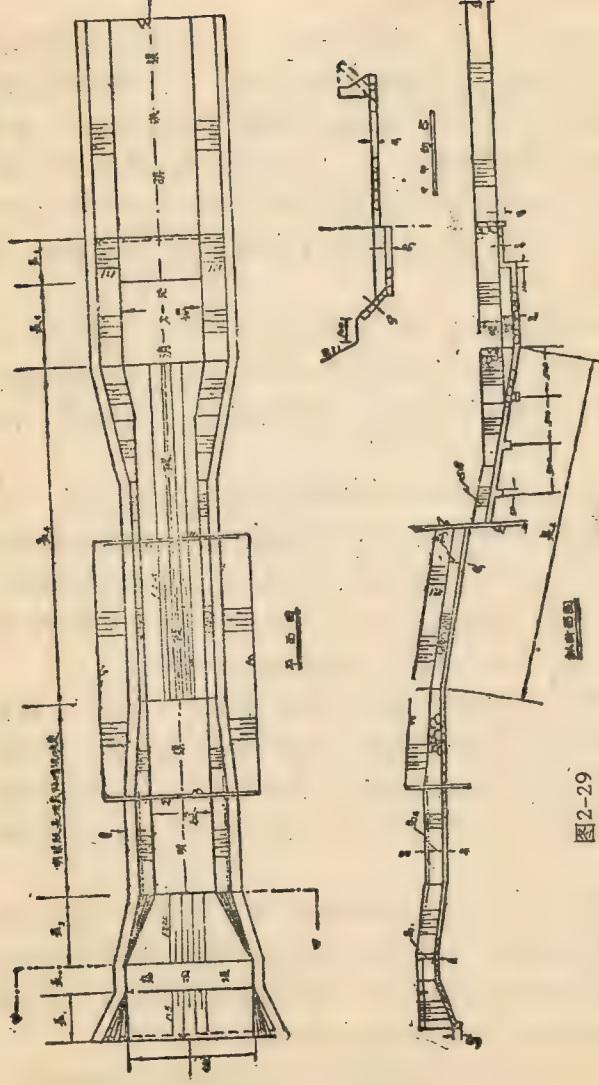


图2-29

- 注:
1. 明渠边坡用1:1, 护坡及护底厚度均用30公分。
 2. 陡坡段边坡用1.5:1, 护底厚50公分, 护坡厚40公分。
 3. 潜力池上部边坡用1:1, 护坡厚40公分, 下部潜力池侧壁厚80公分。
 4. 潜力池后护底及护坡均采用30公分。
 5. 图上所注尺寸均以公分计。

表2-30

溢洪道各部尺寸表

流量 公方/秒	流速 (公分)	宽顶堰部分				泄水道部分 (坡降1/100)				陡坡部分 (坡降1/4)				潜力池部分					
		堰宽		堰高		堰底宽		边坡比		水深		砌石高度		潜力池深度		潜力池长度		潜力池宽度	
		公分	公分	公分	公分	公分	公分	1	1	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分
5	800	1000	200	90	50	375	750	200	1	1	47	90	3300	100	100	600	360	250	140
	1200	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	4950	100	120	740	360	250	140
	1600	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	6600	100	140	840	360	250	140
	2000	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	8250	100	160	960	360	250	140
10	800	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	3300	100	110	660	480	250	180
	1200	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	4950	100	130	800	480	250	180
	1600	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	6600	100	150	900	480	250	180
	2000	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	8250	100	170	1000	480	250	180
15	800	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	3300	100	110	660	600	450	200
	1200	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	4950	100	140	840	600	450	200
	1600	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	6600	100	160	960	600	450	200
	2000	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	8250	100	180	1100	600	450	200
20	800	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	3300	120	120	740	720	450	240
	1200	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	4950	120	140	840	720	450	240
	1600	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	6600	120	170	1000	720	450	240
	2000	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	8250	120	190	1150	720	450	240

(續)表2-30

流量 公方/秒	跌 差 (公分)	部分				寬頂堰部分				泄水道部分 (坡降1/100)				陡坡部分 (坡降1/4)				消力池部分			
		稱號	代號	單位	寬	堰長	堰高	水深	進口 底寬	邊坡比	水深	和底 高寬	陡坡 長寬	陡坡 高寬	消力池 深寬	消力池 長寬	消力池 高度	消力池 高度	消力池 高度	消力池 高度	消力池 高度
25	800				1700	300	150	100	530	1060	700	1	74	125	3300	120	120	740	840	500	250
	1200				1700	300	150	100	530	1060	700	1	74	125	4950	120	150	900	840	500	250
	1600				1700	300	150	100	530	1060	700	1	74	125	6600	120	170	1080	840	500	250
	2000				1700	300	150	100	530	1060	700	1	74	125	8250	120	190	1150	840	500	250
30	800				2000	300	150	100	650	1300	800	1	76	130	3300	150	120	740	960	500	250
	1200				2000	300	150	100	650	1300	800	1	76	130	4550	150	150	900	960	500	250
	1600				2000	300	150	100	650	1300	800	1	76	130	6600	150	170	1000	960	500	250
	2000				2000	300	150	100	650	1300	800	1	76	130	8250	150	190	1150	960	500	250
40	800				1450	450	200	150	250	500	900	1	85	135	3300	150	130	800	1080	600	270
	1200				1450	450	200	150	250	500	900	1	85	135	4950	150	160	960	1080	600	270
	1600				1450	450	200	150	250	500	900	1	85	135	6600	150	180	1100	1080	600	270
	2000				1450	450	200	150	250	500	900	1	85	135	8250	150	200	1200	1080	600	270
50	800				1800	450	200	150	400	800	1000	1	90	140	3300	180	130	800	1200	600	300
	1200				1800	450	200	150	400	800	1000	1	90	140	4950	180	160	960	1200	600	300
	1600				1800	450	200	150	400	800	1000	1	90	140	6600	180	190	1150	1200	600	300
	2000				1800	450	200	150	400	800	1000	1	90	140	8250	180	210	1250	1200	600	300

因此必需在陡坡脚下,修建消力池,池的下游再修筑一段砌护,以緩和水势,防止下游冲刷。

为了便利工作,我們作了溢洪道部分的定型設計,图 2-29,表2-30可参考查用。

图表应根据工程所在地水文分析后的洪水量作为設計依据,使用时可根据近似表列不同梯級的洪水量,選擇相应的溢洪道各部尺寸。溢洪道消力塘及陡坡鋪底部分用50号水泥白灰沙漿砌筑,其余均用10号白灰沙漿砌筑,对露面部分全部用80号水泥沙漿勾縫。

第三章 施 工

一、开工前的准备工作

在施工前应成立施工领导机构,作为羣众組織 动員 工作,制訂出施工计划,材料和工具必須有充分的准备,并应事先將水庫淹沒区域内的树木砍掉,房屋坟墓迁移,修好交通道路等工作。

二、施工場地佈置

場地布置应根据工程的大小,工地現場的实际情况和需要,施工时间的長短和民工的人数。全盤考虑佈置施工場地时应注意以下几个問題:

甲、工棚位置:工程领导机构的位置要選擇在指揮及督導工作方便的地方。工棚不要离工地太远,但也不要搭在工作区的范围内,如工地附近有村庄,应尽量利用民房。

乙、交通路綫:运输路綫必須是在安全与来往方便的条件

下，按照已规划的土石场和材料场来布置，交通路线要尽量利用已有道路，不够安全时加以平整或有需要时加以延长。

丙、材料堆放：材料应堆放在取用方便，不影响工地工作的地方，水泥不能露天堆放，石灰在露天堆放也要遮盖，以防潮湿或雨淋，造成不应有的损失。

丁、废土堆放：清基后的废土要堆放库外，不应压田地，也不阻碍交通的地方，作为堆集废料场。

三、施工程序

水库的施工程序应根据工地的实际情况，分别主次与难易来划分阶段。一般可按以下几个步骤来进行：

甲、进行施工放样，作好施工排水开石，备料等工作。

乙、根据放样范围清理坝基，并开挖截水槽或心墙基础及涵洞基础。

丙、要砌放水涵管和卧管、铺设倒滤坝，清除取土场表土。

丁、填筑土坝并开挖溢洪道。

戊、进行坝坡整理和铺砌护坡等工程。

以上这几个步骤并不是截然分开的，但一般石工及涵洞必须提前施工。

当坝筑到某一高度时，已到汛期，为了防止洪水翻越坝面，可将坝分为两半，先抢修上半个，使很快超过溢洪道底，同时也将溢洪道底挖到设计高度，已能排出一定的洪水，然后再作下半个，一般情况不允许这样做。

四、涵管卧管施工

1. 涵管是水库的泄水建筑物，它埋设在坝身内，在土坝未

填土前，最好先把它做好，在筑坝时，把库址以上的水流导入涵洞，排出坝基以外，这样就便利土坝施工。如果涵管位置处有长流水，可采用局部围水的办法筑小堤，把涵管位置围住，然后进行施工。

涵管的放样及基坑的开挖，开工之前，先根据已选定的涵管位置，定出中心线，每隔 10 公尺打中心桩，地形变化大的地方应加桩，然后把各个中桩的高程测出来，再按涵管进口基础的高程和比降算出各中桩的设计高程和应挖深度，有了应挖的深度，基础的宽度和开挖的边坡（根据土质情况决定），定出边坡桩，再把各边坡桩用白灰或绳子连接起来，就标出了涵管的位置再进行开挖。基坑挖好后，将坑底均匀夯打几遍，才能在上面安砌管座。涵管基础要求必须在硬土上（老土），如开挖后土质不好，便需另选位置，使基础土质良好和一致。岩石基础，在开凿时可用手工开凿或用火药爆炸，也可二者结合使用。使用火药爆炸时须用浅炮眼，防止过大的震裂。爆炸完后应将震裂的岩石全部清除干净。基础挖好后应把基础底的高程和比降校对一下，符合设计要求后，就可开始安砌涵管。

2. 砖石涵管的砌筑方法和注意事项：

甲、砖石涵管所需要的材料，应尽可能符合简易水利手册第一册中所规定的标准。

乙、砌筑用的灰浆要调匀，不可过干或过稀。

丙、砌筑的石头都要洗刷干净，在砌以前并要用水洒湿，砖料应完整无缺，在砌筑以前用水浸透（如用旧砖也应刷洗干净）。

丁、石与石砖与砖之间，应填满灰浆，不得留有空隙，以免由缝隙里漏水。坐浆要均匀，以石块或砖块搁下压出浆为宜，然后灌浆，灌浆时要用瓦刀插捣，使空隙里填满灰浆。

戊、磚料或石料上下兩層豎縫不要同在一條線上，必須交錯搭接。如果用石料砌築，較平整的一面應放在迎水面以利水流。

己、漿砌石的外露灰縫，在灰漿未凝結前，至少須挖去3公分，再用水泥沙漿勾縫。勾縫前需先用水將接縫洒濕。

庚、在冬季進行砌築時，要有防凍設備，務使灰漿在凝結前，不致因冰凍而損壞。

辛、灰漿未干時不能填土，不得震動，更不能由涵管內排水，以免水流沖走灰漿造成漏水。

3. 做好消力塘：消力塘的作用是承接由臥管放下来的水和消殺水能。由於消力塘要抵抗很大的水流沖擊力，所以要求基礎特別堅固，安砌時必須灌好灰漿。砌築完畢，磚縫或石縫要用1:3水泥砂漿勾縫。在砌築時應特別注意作好涵管，臥管與消力井的接頭。

4. 回填土：砌築完畢，等灰漿硬化後，就可以開始向基坑內回填土，填土前要把一切雜物石渣等清除干淨，管壁應洒水濕潤。回填的土要干湿適宜，才能緊密結合，回填土每層以15公分為宜，要夯打緊密（即夯實後為10公分），這樣會保證土壩和管壁間不易滲漏，在打夯時要注意不要涵管灰漿震動，在涵管兩側和管頂1公尺以內的填土，只准用輕輕的雙人夯或單人夯夯實，禁止使用重夯。

5. 臥管施工：臥管的施工方法、砌築要求與涵管相同，可以比涵管遲一些，或者同時進行均可。但臥管施工中應注意放水孔的大小，要合乎標準，木塞要与放水孔緊密結合，以減少漏水。

五、溢洪道施工

溢洪道的放樣和砌築，基本上和涵臥管的放樣和砌築一

樣。溢洪道的開鑿，除應保證合乎設計要求外，還應考慮開出來的石料或土料在施工期中的使用。如果溢洪道是在岩石上開辟，應提早動工，以便利用開出來的岩石砌築涵臥管，倒濾壩和護坡等；如果溢洪道是在土山上開挖的，則可利用挖出來的土築壩，這樣就可以節省人工。但不論動工遲早，必須掌握在壩身築高到與溢洪頂齊平時，一定要將溢洪道做好，以便隨時利用溢洪道宣泄洪水，保證土壩安全。開挖時一定要很好的掌握開挖的深度和边坡坡度，应符合設計的要求。

在山坡開挖溢洪道，應注意在溢洪道上边坡開挖截水槽，以防止山水沖刷山坡，淤積溢洪道。

六、土壩施工

1. 放樣：放樣是在已確定的壩址處，根據地形的平面形狀，將壩的輪廓按計劃標準尺寸標出在地面上。放樣是土壩施工中的一項重要工作，放樣放得準確，可以使工程達到設計要求、施工順利，減少困難，否則影響工程質量，甚至造成很大的浪費。

放樣時應首先將確定的壩中綫進行校核，然後沿中綫每隔10公尺定一中心樁，地形變化大的地方應在適當的位置加樁。用水平儀測量出每個中心樁的高程，根據設計壩頂高程，算出各中心樁應填的高度，再用十字架定出垂直於壩的方向，並以應填高度及壩頂寬度，用竹杆栽起“樣架”（見圖3-1）。然後再用下列的計算方法定出上下游的坡腳樁，用石灰撒綫或用鐵錐槽溝分別把上下游的坡腳樁與樣架頂聯結起來，即為壩的坡腳綫，至此土壩的樣子也就出來了。

甲、在平坦地面上定邊樁：由中心樁起，垂直壩的中綫，向一邊量出壩頂寬的一半，加應填高度乘边坡率的距離，在此

距离的终点就是边坡脚桩的位置，即打一木桩。例如坝顶宽3.6公尺，某中心桩填土高为8公尺，迎水坡1:3（豎:横）背水坡1:2，则得中桩至迎水坡脚桩的距离为 $1.8 + (8 \times 3) = 25.8$ 公尺，中桩至背水坡脚桩的距离为 $1.8 + (8 \times 2) = 17.8$ 公尺。照此方法定出各个断面的坡脚桩。

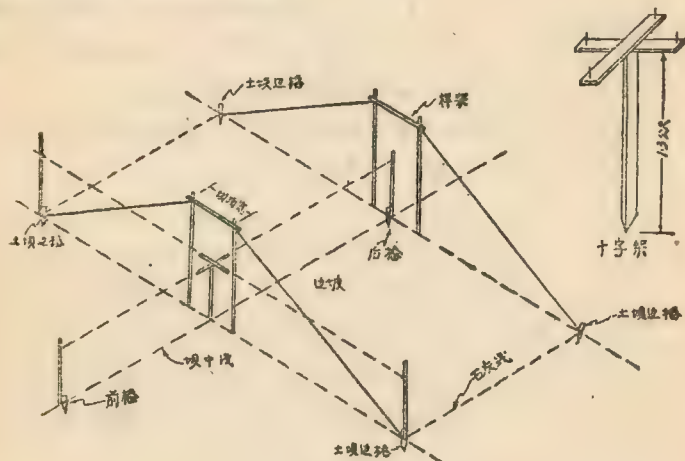


图 3-1 放线架

乙、在斜坡地面上定边桩：是用细线三角板或土水平仪，从中桩开始，分别向垂直于坝中心线方向的两边，照测横断面的方法，测出各段距离和高差，并用一定的比例将测的各点画在方格纸上，可得出实际地面线，然后将设计的坝形，用同一的比例尺，绘于相应地面线的图纸上。其地面线与坝形线的交点即为边坡脚桩的位置（看图3-2），再在图纸上将中桩至内外边坡脚桩的水平距离量出来，以此放样于实际地面，即得坝内外边坡脚桩的位置。

例：某土坝外坡为1:2（豎:横），内坡为1:3，坝顶宽为

4公尺，已测得坝中线上0+050中桩的填土高度为12公尺，并将从中桩起沿垂直于坝中线的方向，横断面分别记入下表内。

横断面测量记录表

内 坡				坝中心桩	外 坡			
4	3	2	1		1	2	3	4
$\frac{+2.0}{34}$	$\frac{-0.4}{22}$	$\frac{-1.2}{14}$	$\frac{-0.4}{8.0}$	0+050	$\frac{+1.0}{6.0}$	$\frac{+0.4}{14}$	$\frac{+1.6}{26}$	

说明：（1）横线以上表示与中桩的高低差，“+”表示比中桩高，“-”表示比中桩低。

（2）横线以下表示距中桩的水平距离。

根据以上记录，将所测得的尺寸，按一定比例绘于方格纸上，由已知的内外坡，坝顶宽度，填土高度，在图纸上确定其坡脚桩的位置，再由中桩量至内坡脚桩的距离32.4公尺，外坡脚桩23.4公尺（如图3-2），按此距离即可以在实际中桩上量出内外坡脚桩的位置。

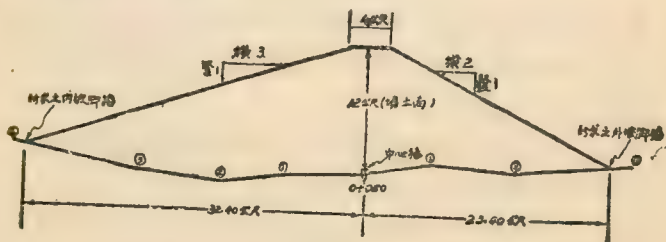


图 3-2

丙、放样时应注意的事项：

- 第一，校核原测量时选定的坝轴线位置及中心桩高程；
- 第二，要对土坝设计图和坝址地形作详细的了解，再确定

放样的步骤和作法,然后再进行实际放样,这样就可以免除放样中的错误和忙乱现象;

第三,在定线测量时一定要细心,并须进行复测校正,以免错误;

第四,对地面上打的样桩亦须很好保存,桩要打得牢固,以免丢失返工复测,中心线两端各应打辅助桩一个,以备中心移动或遗失时作校核之用。

第五,在土坝的内外坡附近,应在放样期间设立水准基点,便于经常施测检查,以节省从原水准点测起的麻烦。

2. 坝基清理:放好边坡脚桩,即得出了清基的范围,一般实际清基的范围应略放宽一些。凡在清基范围以内(包括坝两端与山坡接合处)的地面表土,以及河沟或山谷部分的淤泥与透水性的卵石、礞石、土壤、树根等,都要清除干净,使坝身与基础很好的结合,保证坝的安全。

甲、清基前应把上游的水引走,通常采用的办法有以下几种:

第一,库内如有溪沟、水流,可于上游适当地点修筑临时拦水堰,并于堰的一端山坡或适当地方挖一临时排水沟,将水导出库外。

第二,利用已修好的涵管排水,根据地形选择适当的坡度,在涵管前修引水沟,将水直接引入涵管内,排出坝址以外。

第三,如有地下水或地表水浸入坝基时,可于坝基内坡前10余公尺的低凹地方挖一深达老底的集水坑,将水汇入坑内,再用水车抽出,由排水沟排出,到土坝填至一定高度时可停止排水,并填塞此坑。

以上几种办法应根据实际情况和地形条件采用,其目的是排走坝址以上的来水和坝基内的地下水。

乙、坝基清理应注意的事项:

第一,清基后如果发现基础与设计不符时,应通过设计人员进行处理。但截水槽的深度至少应达到不透水层以下0.5公尺。

第二,基础内的蛇鼠等动物洞穴,应进行挖除,坝基上如有鑽孔或探坑应填塞。

第三,基础清完后,如系黄土,需用石夯打一二遍再填土。

丙、清基后基础内遇有泉水及浸水时,通常可用下面的办法进行处理。

第一,浸水很小,则在浸水眼周围留一个洞,暂不填土,派专人将浸水舀出,等土坝填高到0.5~1.0公尺时,则迅速将水排干,用较干的粘土填好夯实。

第二,遇较大的泉水,如在外坡基础内,并判明非库底浸漏时,则应沿泉水处向外坡脚挖一小槽,填以粗砂礞石,将泉水引出,如图3-3。如果泉水在土坝中线部分,应将土坝略向上移,使泉水位置处于下游基础内。

第三,泉眼如与库内水源相通时,应设法将库内水源来路截断,堵死泉眼;或坝轴线向下移,将水源抬高至库水位相平等办法处理。

3. 截水槽的开挖和回坝:

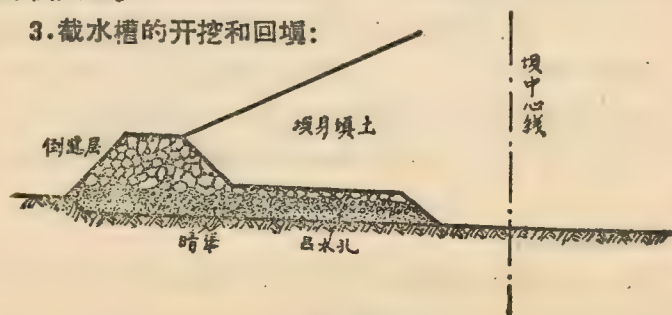


图 3-3

甲、一般在清基工作完成后，就应立即进行开挖截水槽的工作，其开挖深度以达到不透水的土层或岩层为止，但必须注意在未清理坝基时，切勿先开挖截水槽，以免槽内遗留草皮、树根及淤泥等。

乙、在开挖截水槽时要作好排水工作，为了截水槽的渗水集中，应在截水槽横断面的中央，再开一条较深的积水主沟，主沟两侧则开挖若干支沟，形成一个排水系统，此排水系统随截水槽的挖深而下降，如果挖深在10公尺以内都可用龙骨水车接力（或抽水机）从主沟内将水抽入开好的排水渠内排走。

丙、截水槽基础挖好以后，立即进行截水槽的回填土，除规模大的工程外，一般较小的工程则不要分段填筑，回填土每层15公分。截水槽内如有积水，应设法排出后才能回填。

4. 坝身与基础的接合：

甲、坝底与河床的接合：在未填土之前，将已清理好的坝基地面上，开挖多条与坝中线（坝轴线）平行的沟槽，使坝基地面成为锯齿状，除坝基土料已达到最佳含水量外，通常在第一层铺土之前，先将坝基土料充分浇水，使第一层土夯实后，新土压入旧土，这样坝基与河床就接合的很好了。

乙、坝端与山坡的接合：当坝填筑到一定高度后，土坝两端即与河岸或山谷的两侧山坡接头，如系粘土山坡则作沟槽，与河床沟槽相接；如系岩层，一般说来是有裂缝的，最容易在接头处漏水，因此必须进行灌浆补缝，在凹凸不平处涂抹泥浆一层，待泥浆的含水量与土料的含水量相等的时候，即可铺土夯实。

5. 坝身填筑：

甲、土料选择：筑坝土料普通分为不透水料及透水料两种。筑坝土料，应按照设计规定，在一般均匀土质坝应选择壤

土，含砂50~70%，含粘土50~30%；土料的含水量一般定为15%~23%（即100斤重的土含水量为15~23斤），其鉴别的方法参见表3-1。

筑坝土料内不应含有草皮、树根、腐烂杂物等，若含有此等物质，会使土坝发生滑动、渗漏现象，有逐渐使土坝破坏的危险。

乙、取土场的选择：

第一，先在土坝附近进行全部查勘，看那些地区的土料合乎筑坝要求，然后用洛阳铲或挖试坑的办法，取得土样，来确定该区土料是否适用，决定土场的位置。

第二，取土场的位置，宜先内后外，且宜靠近土坝，以缩短运输距离，并增大库容。但如在土坝上下游取土，土场离开坝脚应在50公尺以外的地区，土坑愈深，则应离坝脚愈远。如库内土料合格，最好尽量采用库内取土场，以增加库容；当库内土料不够或运输条件不允许或库内低层为透水性地基不应挖穿表层好土时，再用库外土料。

第三，取土场决定以后，应当立即决定取土坑的范围和深度，土坑的开挖范围不宜太小，应使满足大量土方的需要数量和挖土民工的充分容纳，如果场地狭小会造成窝工现象，影响工作效率，其挖土深度必须在地下水面以上。

丙、取土方法：

第一，取土前，应先将土场内的浮土、草根、淤泥等清除干净。浮土可用作铺设交通道路。

第二，土坑应采取分层开挖，每层挖深1公尺为宜，严禁搜根放土。

第三，挖土要挖成阶梯形或斜坡形，这样雨后才不会积水，为了防止地面水流入土坑，在取土坑的四周开挖截水沟。

第四，为了减少因土坝填高后运土上坡的困难及下雨后不会淹没取土场，取土时应配合坝填高度，先挖低处的土，再挖高处的土。

第五，土料中的土块应在取土场内打碎，才能运上土坝，土块的大小不能大于鸡蛋。

丁、运输路线的选择和修筑：

第一，运土路綫应选择较近路綫，最好能运用原有的路，避免陡坡和急转弯的路綫，并应减少交叉，最好来往路綫分开，中间留有一定的安全距离。

第二，路綫通过河道及土沟可架設便桥，以便利通行。

第三，运输道路要有一定的宽度，以能通过运输车辆为原则。

戊、运输工具的选择：运输工具的选择是根据各地实际情况在需要与可能的条件下来选定，为了提高工作效率，应尽量采用车辆运土，如架子车、独轮车等。如条件不可能，只用篮筐运输。

己、铺土工作：

第一，铺土前的准备工作：铺土应将原土面挖毛，鑑別其含水量，如含水量太小，则应洒水，使其达到最优含水量后，才能进行铺土夯实，如在雨后施工，应将表层泥土鏟除，才可铺土。

第二，铺土厚度：铺土厚度由土壤含水量大小，要求的密实程度及夯实工具的规格和重量来决定。一般的如使用木夯，石夯等工具时，可铺土3公寸厚，夯实为2公寸为标准。如采用石滚碾压时应根据不同情况减少铺土厚度，最好在1.5~2.0公寸之间。按土质情况，一般规定粘土为20公分，粘壤土为25公分，不得过厚或过薄。在施工上可用木椿控制铺土厚度。

第三，铺土的次序及方法：铺土次序有由一端向另一端，又有由一侧边坡向另一侧进行；再有从坝轴綫向坝的边坡两面铺土等几种。經驗証明后一种方法铺土效率高。铺土时厚度要均匀，铺平，不应有連續起伏面与个别凹凸不平之处。压实后用耙耙松表土，如表面过干，应均匀洒水，再铺第二层，同时坝的两面进土要相等，才能使坝身平衡上升，进度一致。

第四，铺土工作应注意事项：

(1)铺土应从最低处开始，将土铺成水平层，或向上游面稍倾斜，以便施工期间排泄雨水。若必须在较高的地方同时开始填土，土面高度相差不应大于1公尺，坡度不应陡于1:4；在兩相鄰工队接头的地方，不应留成直縫（如图3-4甲），应分层套接，犬牙交错形式（如图3-4乙），兩队上土高低不同时则应将接头处攤斜坡，扒松洒水压实（如图3-4丙）。

(2)铺土应比坝輪廓綫稍大一些，以便在筑成后将边坡削成設計边坡的形状。

(3)铺土时应将土块打碎，草木、树根、碎石以及其它杂物等均应揀淨。

(4)填土中，不应将过湿的成块土填在坝上。当填土中有过湿的成块土料和夯实后形成的泥塘（俗称橡皮土），则应将过湿的土料挖去，用适当含水量的新土填充，严禁向泥塘内填压大礫石或土块。土场的土料如含水量超过設計規定，应預先进行翻晒。

(5)在冬季施工，应将表面的冻结层去掉，不得将冻土填在坝上。已填好的土应作好防冻工作，一般的防冻办法有两种，一种办法是在夯实土层上铺3公寸的廐土层，另一种办法是在夯实土层上铺一层干草窠，如連續上土夯实，应将这层廐土或干草窠先清除，特别是干草应严格清除干淨，严寒地区防

冻办法使用以上办法可能无效。各地可結合当地情况創造其他防冻办法。

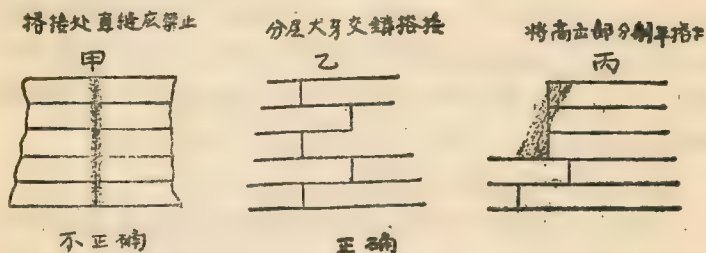


图3-4 填土搭接示意图

庚、土填压实：土填压实的方法一般有夯实法和碾压法两种，夯实的工具有木夯和石夯两种；碾压工具则用石碾、混凝土碾，但压实应注意什么及如何检查压实程度，分别叙述于下：

第一，压实应注意事项：

①打夯应注意各处的遍数相同，不能漏打或少打；在山边接头窄小的地方和边坡处，要用小夯或其他工具补打。

②不論使用何种压实工具，均应交错夯压，避免空白，并要注意不要連續在一处夯打次数过多，以免发生过压现象。如进行滚压时，压实的滚迹彼此应有20公分的重叠，并应沿填轴綫方向进行，禁止横向滚压；如使用夯碾时，碾花排列应連环套打，禁止正列进行，见图3-5。各遍行碾方向，宜由外向内进行。

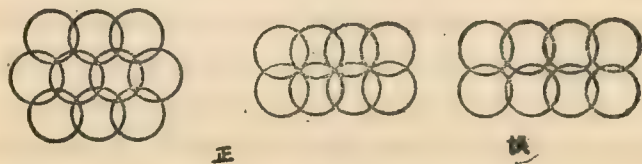


图3-5

③每填一层土，应随即夯压一层，不可拖延，如因中途停工或每天收工以前，必須將所有鋪填的松土层全部夯实。

④用夯打时要有專人喊号子，一致平起平落，要求抬高过膝走直打匀。

第二，压实质量的检查：①土料含水量的检查：在土填填筑时首先应检查土料的含水量是否适宜。因为土壤中含水量的多少直接地影响着土块是否容易被压实，土壤最容易被压实时之含水量，我們称为“最优含水量”，粘土的最优含水量要比砂壤土的最优含水量大。若土壤中小于最优含水量时应加水，大时则需进行翻晒，以达到最优含水量为止。

測驗含水量的最簡單的方法有两种：

一种是“手測法”，是用手測驗含水量的方法，修筑土填一般都是用壤土，在野外用手測法来鉴别壤土含水量的方法，見下表：

表3-1 野外用手鉴别土壤含水量

土壤含水量(以百分数計)	鉴 別 方 法
13—15%	用手勉强可捏成自来水管粗，裂縫多
15—16%	搓成鉛笔粗，有裂縫
17—18%	搓成鉛笔心粗，有裂縫
18—20%	搓成鉛笔心粗，光滑
21—22%	搓成鉛笔心粗，光滑，弯曲易断
23—24%	用手指一搓，指上粘泥
25—26%	脚踏上即陷下，去后恢复原状，有裂縫

另一种是“炒土法”：取土10市兩放到小鍋里翻炒，注意不

要燒紅了，只要土的顏色轉淡后，把它弄碎再燒3分鐘，稱其重量，其所減少的重量，被燒干的土重來除（以百分數計）就是該土壤的含水量。例如只剩8.5市兩時則土壤的含水量＝

$$\frac{\text{含水量}}{\text{干土重}} = \frac{1.5}{8.5} = 0.176 = 17.6\% \text{ 就是百分之十七點六。}$$

常見的各种土壤最优含水量及最优密实度列表如下：

表3-2

土料种类		最优含水量	最大容重 (公吨/立方公尺)
砂	土	8~12%	1.80~1.88
砂	壤土	9~15%	1.85~2.08
壤	土	12~15%	1.85~1.95
重	壤土	16~20%	1.67~1.79
粘	土	19~23%	1.58~1.70

②土料压实程度之檢驗：填筑土坝，土料压实程度应达到每立方公尺乾土重（即最大容重，一般为1.6—1.7吨），10公尺以下土坝与原状土重相同，也是允許的。今有一种苏联鉄制的檢驗击实器，使用簡便容易掌握，并且造价不貴，很受羣众欢迎。在一般小型水庫中常用来檢查土坝压实質量。击实器的尺寸及構造見图3-6。

使用方法：選擇能代表一般情况的地方，將驗砵錘直立於剛压实的土层上，一手扶住把手，一手將柱狀鉄錘提高至頂端托盤，使鉄錘自由落下，击在下面的鉄托盤上，如此反复錘击，直至托盤下195公厘長的鉄杆全部击入土中，記錄鉄錘的落击次数，移动位置，依照此法同样檢驗3~5处，將各处錘击次数平均，即可作为土层压实程度的指标。一般規定新填土上

打击的次数与老土上打击次数應該相同（一般均在25次以上）。根据决定的錘击次数，檢查各层土料的压实質量，特别是接头地方的压实質量。如中途发现含水量或土質有所变化，可随时另作試驗，再修正錘击次数。

使用驗砵錘应注意：提鉄錘时不可过猛，以免冲动上端托盤；錘杆应立直，不得傾斜或左右搖摆，打击时速度要均匀。

6、坝坡整护：填土时，要及时糾正内外坡的太緩或太陡，待填成后，应使坡平整，并小心夯打一遍，然后再护。

甲、草皮护坡：筑坝附近若有草皮可采用草皮护坡，草皮每块約30公分見方，厚約5公分，鋪砌时，坡面先鋪肥土或取土場清理出的表土一层，再將草皮鋪上。用木制的小板拍打实后，每块草皮用15公分長的木釘子1~2根把草皮釘实，如天气干旱，必須天天洒水，直到草皮成活后为止。移值時間应在春初草皮將要发芽之前。选用护坡的草皮要能耐旱又能耐水浸，根部入土坡深又能蔓延，能耐热又能耐寒。一般多用爬根草护坡。

乙、砌石护坡：筑坝附近若石头很多时，則可采用干砌石护坡，即先在坝坡上鋪砂一层，再在砂上鋪卵石一层，然后在卵石上千砌块石，其規格要求应符合設計的规定，鋪砌时坡面

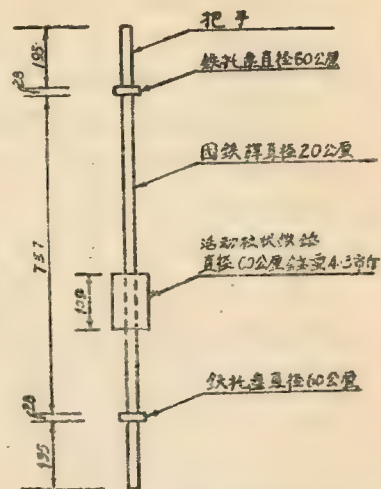


图 3-6 檢驗击实器

要平整，块石要挤紧夯实。

7. 倒濾坝的砌築：倒濾坝的施工，应在基础清理后进行，砂子、卵石、块石等材料，必須严格按照設計图上規定的式样和尺寸分层鋪設。先鋪設底层砂，然后再堆筑小卵石，最后堆筑块石料。施工时要注意使各层的界綫明显（泥土、砂、小卵石和块石不要互相混在一起），更重要的是不要使泥土混进倒濾坝中去。倒濾坝的外坡也必須經常保持清洁，特别是廢土絕不能放在倒濾坝的外坡上，以免把倒濾坝閉塞。

8. 心牆坝的心牆填築：心牆一般是用粘土或粘壤土做成的。心牆莖槽（即截水槽）在建筑涵管的同时就要开挖，一直挖到不透水层內至少半公尺深。基槽的兩側应有适当的边坡，以防塌方返工和发生事故。心牆兩端与山坡連接处，要插入岩层內。开挖心牆莖槽是一項艰巨工作，槽中常有滲水，挖土运土都很困难，并且槽內窄狹容納民工不多，进度比較慢，所以要挑选身强力壯的民工，突击完成。基础挖好后及时在槽內填筑心牆，但要掌握在涵管做好时，心牆必須填到原地 面 高度 以上，这时就能大量增加民工，全面进行坝身填筑。心牆的进度要比兩边填土工作稍快一步，兩边填土工作也須紧紧跟上，使各方面的工作互相配合。心牆部分填土每层15公分，夯实为10公分。

七、施工中应注意的事项

1. 民工的組織和管理：民工到达工地后，首先要安置在事先准备好的住所，其次就要抓紧健全建立各級組織的紀律和制度，并要深入了解与搜集民工思想情况，針对着民工存在的各种思想顧慮进行教育，稳定情緒，其方法是通过开工典禮，党团会，民工代表会，利用工地上的黑板报、广播筒等各种方

式，进行宣傳教育，以提高劳动积极性。

在巩固民工情緒的基础上，把工程的具体要求和工程質量（如怎样清基，一次填上几寸，夯打几遍，土壤含水量多少等等）向羣众耐心解釋清楚。并要及时表揚工程質量做得好效率高的队和个人，鼓励全体民工情緒保証質量，提高工效。

在羣众情緒普遍高漲的基础上，抓紧时间，发动队与队，組与組的劳动竞赛。并应注意加强安全教育，以防发生事故。

开展羣众性的文艺活动，使民工在緊張的劳动中得以愉快，調剂精神。

随时帮助民工解决困难，关心他們的生活，有疾病的应及时給予治疗。

2. 安全卫生：工地安全卫生是关系着每个民工的生命，身体健康的大事情，同时，也密切地关系着工程的进度。要做好安全卫生工作，关键問題就是要发动羣众，把安全卫生工作变成羣众性的运动，通过羣众自己来訂立安全卫生公約，在羣众自觉的基础上，做到互相监督，互相帮助以消灭事故的发生。要做到这一点，必須有健全的安全卫生組織机构，确定專人負責，层层建立安全生产責任制，貫徹“管生产，必須管安全”的原则。

甲、民工到达工地后，应首先进行安全生产教育，講解安全的重要意义和安全操作規程，并发动羣众討論訂立保障安全的制度，以便共同遵守。

乙、工地上要設立医疗站、茶水站，在取土場及坝身附近适当的地方設立足够的厕所，教育民工不喝生水不随地大小便。

丙、工地卫生工作应貫徹防重于治的医务工作方針，广泛地在民工中进行宣傳教育，使其重視卫生对身体健康的关系，以

及对国家建設的重要意义，講解一些疾病預防常識，經常動員羣众进行打扫环境卫生，注意飲食，天气热冷等。

丁、为了使安全卫生制度很好的貫徹，应經常进行督促檢查。有違犯安全卫生制度的民工，应及时糾正，并应向他們說明利害，严重者可召开羣众大会，用实际事例教育大家，以便引起大家足够重視。

戊、教育民工随时随地都要注意安全，打消民工中的麻痺思想，認為忽視一下不会出事故等錯誤思想。

己、提高警惕，严防坏人造謠破坏。夜間特别是汛期应設有巡夜的。

3. 保証質量，提高工效：小型水庫的施工是一件帶有技术性和羣众性的工作，要保証工程質量必須貫徹領導与羣众相結合、技术与羣众相結合的原則。

甲、如何保証工程質量：

第一，建立責任制度，做到每件工作都有人負責，防止自流現象。

第二，將施工技术交給羣众，进行保証工程質量的教育，使羣众从思想上認識到保証工程質量的重大意义，自覺遵守，互相監督。

第三，建立檢查制度，由施工委员会主任及工务組長，按工程进度分段檢查，及时糾正。

乙、如何提高工作效率：

第一，做好勞力組合：土方工程应按工种分为挖土、裝土、运土、卸土、碎土、平土、洒水、夯土等工种，彼此之間必須密切配合，如果某項工作由于勞力配备不当或工具缺乏，都会影响到整个工作不能有节奏地进行。因此必須充分准备工具，根据具体情况（运距，土質，勞力强弱等）合理地分配挖

土、上土、挑土等人数，在施工中应注意觀察分析調整，使每一時間每一工作都沒有閑人，这样人力就不会浪費、效率就必然会提高。

第二，注意改良工具，改进操作方法：無論挖土、运土要想省勞力、做得快，这和工具、操作方法有极大关系，所以在施工中要注意及时改良工具。如改石夯为石磙，人拉石磙改为牛拉，改挖土为牛犁，改挑土为車运，改碎土、平土为耙土等，改进操作方法，运距大采取接力运，挖运输換，硬土用洋鎬或鋼钎攪等。

第三，加强宣傳鼓動工作，开展紅旗竞赛、評选模范（个人、集体）、發揮党团骨干作用、組織青年突击队。

第四，作好評工記分工作，切实貫徹男女同工同酬，当天做的工当天評，对一些不能收方的工程，可实行小包制，避免作点工。

第五，按民工中队人数及輪班時間，交給一定的土方任务。

第六，制定計劃，加强計劃执行情况的檢查。

4. 做好清工結賬，妥善清理工具材料：工程完成后要及时清工結賬，公布賬目，使每个民工都心中有数。对工具和材料要清点保管起来，并作妥善处理。一切手續結清后，水庫可由專人負責或成立水庫管理機構进行管理养护。

第四章 管理养护

我們挖塘筑坝修水庫都是为了蓄水灌溉，保証农业增产，要达到这个目的，就要在工程修起后进行長期的管理养护，才能达到以下目的：

1. 保证蓄水设备的完整，及时整修，能使工程施用安全，发挥应有的灌溉效益。

2. 建筑物养护的好，就能延长建筑物的使用年限，减少整修费用。

3. 利用陂塘水库植树养鱼可以发展副业增加收入。养护管理的具体方法如下。

一、建立管理养护组织

水库修成后，根据工程的大小，受益乡社的多少，成立适当的管理养护机构，使水库能够“及时蓄水，防止漏水，合理用水，扩大效益”。小型水库应本着受益乡社群众自经、自管、自养的精神进行，就目前情况可分为以下三种形式管理。

1. 水库属于一个农业社的，由社内组织管理委员会，责成专人负责管理，配水，包管养护，“蓄水有人管，用水有人放”水库的副业收入为社内所有，工程管理养护费用由社内负担，所用的岁修工由社记工分红。

2. 几个社或几个乡受益的水库，应组织联合管理机构，管理组织应由受益乡社成立委员会，委员由各乡社分别产生，如果是几个社的联合管理委员会，应由所在乡参加领导，几个乡的联合管理委员会，应由所在区或县参加领导，制定管理公约，养护制度，及灌溉用水计划等，水库的副业收入，按负担的多少合理分配、管理、整修及养护和工程岁修费用，按各乡社受益的多少征收水费。

3. 脱产的管理人员及专职放水员，可按常年包工，由社或乡评给合理的工分报酬，一般以不低于本人参加农业收入为原则，专职管理人员在放水和非放水期间均不得兼任其他工作，为了发挥管理人员的积极作用，对专职管理人员应有职、有权、

有酬、有责，但需注意专管人员应是大公无私，积极负责熟悉生产知识和灌区情况，并为群众所拥护。

二、管理养护的内容

我们有了管理养护组织以后，就应根据各地的具体情况，订出管理养护制度，交群众讨论执行，至于日常工程的修补，管理人员应在平日随时进行，但若遇较大的整修或需要抢修的工程应由群众负担，兹将管理养护分述于后：

1. 新建水库应逐渐蓄水，不可一下蓄满，即在汛期以前逐渐蓄小水，以免汛期水猛，危害坝身。在蓄水前应对放水的启闭设备作一次全面的检查，检查各部机件是否灵活，有无障碍，以免蓄水后难以修理，同时在蓄水期间应定期检查，发现问题及时修补。

2. 坝身严禁取土放牧，库内取土后留下的较陡土坡应随时加以平整修缓，以防蓄水后坍塌，蓄水过程中，应经常检查土坝的渗漏和坝坡的稳定情况，如发现渗漏严重，应限制蓄水，将水放出加以补修。溢洪道溢洪时要检查水流冲刷情况和校核溢洪道的大小，以便修整。

3. 汛期季节，应成立群众抢险队，预备防护材料，如土、石、夯、钎、麻袋、树枝等，暴雨时应日夜巡查防守，发生险情时应及时抢险，若涵管土坝发现渗水或开裂时要及时修补，做到土石相接不漏水，放水管口在蓄水前关好，不准随便摇动。

4. 利用水库发展副业，如种菓树养鱼、养鸭等，但需注意种菓树时不能种在土坝上，也不能种在库内常水位以下，选择鱼种时，要适应当地条件，并能经常饲养，容易长大。放水时放水管口应用铁丝网盖住，以免从放水管中把鱼漏走。

5. 水库上游应植树种草修梯田，禁止陡坡开荒和乱伐乱

收，做好水土保持工作，减少水库淤积延长水库寿命。

6. 为了保障人民生命财产的安全，应严禁在库内洗衣洗澡。

三、水库漏水的处理

1. 坝身散漏：筑坝时选用的土料，透水性大，或因坝内有石块，土料没有夯实，坝身宽度及坡度不足，遇到这种情况可用粘土斜墙，抛填等方法进行处理。

粘土斜墙法：在水库的迎水坡面刮去一层，用粘土逐层夯实，一般采用下边厚2公尺，上端厚1公尺，再在斜墙上夯填一层不小于1公尺厚的三合土或砂石土做成保护层。

抛填法：若库内存水很多，不能放空，可在迎水坡的地方用炭灰砂子混合在一起，顺坡面缓缓倒下，也可堵塞漏水的地方，或减少渗漏，如还有漏水等库水放完后，用粘土斜墙法处理。

2. 坝身的渗漏：如果是草皮树根等物腐烂成孔，在夏天可找会水的人仔细探摸发现漏水的地方，用黄泥堵塞，或用细糠锯末撒到水中，看它的流向，也可以找到漏水的地方，如上所述黄泥进行堵塞，如果是有害动物打洞所造成的渗漏，可用有强烈刺激性的东西（如菸叶，石灰，辣椒等），塞进洞内把有害动物杀死，然后将石灰黄泥灌注填实。

3. 坝脚渗漏：

甲、如因清基时原地杂物清除不净，坝身与坝基结合不好，可沿迎水坡角挖一条截水槽，用粘土还填逐层夯实。

乙、如因挖基时没有挖到不透水层或没有截水墙，可沿迎水坡的截水槽挖至不透水层（底坡可采用一公尺，斜坡一般可采用1:1，如因渗水层深，边坡可增大至3:1）用粘壤土拌石灰，分

层夯实，截住基础的渗漏去路。

4. 坝端渗水：如因坝端山坡石层有缝隙没有填塞好，或山坡有洞穴，应挖开坝端用石灰砂浆或水泥砂浆填塞，等灰浆凝固后再用粘土还填夯实。若因近坝处的库侧渗漏可先挖一截水槽用粘土作成斜墙封闭漏处，若经封闭后仍有漏水可在坝端背坡脚用粗砂，石子和块石作成倒滤层，以保坝身安全。

5. 放水管漏水：

甲、土石接合不好，沿管壁漏水可将坝的迎水坡挖掉一部分，换填粘土仔细夯实并在放水管的进口处做2~3道至少深入老土0.5公尺的截水环，截住渗流去路。

乙、放水管的基础漏水时，可将迎水面的土坝部分挖掉，在基础上加做一道截水墙，如因涵卧管的接头漏水可用灰浆灌填并在外层沿接头处构成凸缝。

四、防汛与抢险

1. 建立与健全防洪抢险组织：在汛期前首先要建立机构、组织防汛人员，并做到生产防汛两不误。汛期应日夜巡查、提高警惕，反对麻痹大意。巡查时要特别注意坝坡、坝脚和放水管处，如发现土坝有泥水流出，应立即进行抢救。

2. 作好防汛的物料准备工作：防汛抢险必须要有防汛材料，一般应具有土牛、石块、树枝、麻袋，石灰，沙子等。

3. 发现土坝外坡或离坝不远的地方有流水洞或裂缝流出带泥的混水，可用麻袋装泥把洞或裂缝围住，围堰须高出水面，如沙石方便，围基内可填粗砂，粗砂上填碎石，再用大石块压在上面，作成倒滤层的形状，如喷水大无法把砂倒下，先用麻包装砂压住、使水较小，再用砂石堵塞。

4. 坝坡发现较长的裂缝喷水，可用上法作一月堤把水围在

1

-

方形溜

[illegible]

表2-20

方形涵洞各部尺寸

淨寬	搭 接 長	高	各 部 尺 寸																												
			填土高=3.0公尺				填土高=5.0公尺				填土高=8.0公尺				填土高=11.0公尺				填土高=14.0公尺				填土高=17.0公尺				填土高=20.0公尺				
			基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	基礎 厚	底板 厚	基礎 寬	側牆 頂寬	
20	10	25	20	20	45	20	20	20	45	20	20	20	45	20																	
		30	20	20	50	20	20	20	50	20	20	20	50	20																	
		35	20	20	55	20	20	20	55	20	20	20	55	20																	
		40	20	20	60	20	20	20	60	20	20	20	60	20																	
30	10	30	20	20	50	20	20	20	50	20	20	20	50	20	25	25	55	25	25	55	25										
		35	25	25	55	20	25	25	55	20	25	25	55	20	25	25	60	20	25	60	25										
		40	25	25	60	20	25	25	60	20	25	25	60	20	25	25	65	20	25	65	25										
		45	25	25	65	20	25	25	65	20	25	25	65	20	25	25	70	20	25	70	25										
		50	25	25	70	20	25	25	70	20	25	25	70	20	25	25	75	20	25	75	25	30	30	80	30	35	35	80	30	20	
40	15	30	30	30	50	20	30	30	50	20	30	30	55	25	30	30	60	30	30	60	30	30	30	60	30	35	35	60	30	20	
		40	30	30	60	20	30	30	60	20	30	30	65	25	30	30	70	30	30	70	30	30	30	70	30	35	35	70	30	20	
		50	30	30	70	20	30	30	70	20	30	30	75	25	30	30	80	30	30	80	30	30	30	80	30	35	35	80	30	20	
		60					30	30	80	20	30	30	85	25	30	30	90	30	30	90	30	35	35	90	30	40	40	90	30	20	
		65					30	30	85	20	30	30	90	25	30	30	95	30	30	95	30	35	35	95	30	40	40	95	30	20	
		80					30	30	100	20	30	30	110	30	30	30	110	30	30	110	30	35	35	110	30	40	40	110	30	20	
		85					30	30	105	20	30	30	115	30	30	30	115	30	30	115	30	35	35	115	30	40	40	120	35	20	
50	15	45									35	20	75	30	35	20	75	30	35	20	75	30	35	20	75	30	40	25	80	35	
		50									35	20	80	30	35	20	80	30	35	20	80	30	35	20	80	30	40	25	85	35	
		55									35	20	85	30	35	20	85	30	35	20	85	30	35	20	85	30	40	25	90	35	
		65									35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	100	35	40	25	100	35	
		70									35	20	100	30	35	20	100	30	35	20	100	30	35	20	105	35	45	25	105	35	
		75									35	20	105	30	35	20	105	30	35	20	105	30	35	20	110	35	45	25	110	35	
		80									35	20	110	30	35	20	110	30	35	20	110	30	35	20	115	35	45	25	115	35	
85									35	20	115	30	35	20	115	30	35	20	115	30	35	20	120	35	45	25	120	35			
60	20	65									35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	100	35	40	25	105	40	
		70									40	20	105	35	40	20	105	35	40	20	105	35	40	25	105	35	45	30	110	40	
		80									40	20	115	35	40	20	115	35	40	20	115	35	40	25	120	40	45	30	120	40	
		85									40	20	120	35	40	20	125	40	40	20	125	40	40	25	125	40	45	30	125	40	
		95									40	20	130	35	40	25	135	40	45	30	135	40	45	30	140	40	50	30	135	40	
		100									40	20	135	35	40	25	140	40	45	30	140	40	45	30	140	40	50	30	145	45	
		110									40	20	150	40	40	25	150	40	45	30	150	40	45	30	150	40	50	30	155	45	
120									40	20	160	40	40	25	160	40	45	30	160	40	45	30	160	40	50	35	165	45			
125									40	20	165	40	40	25	165	40	45	30	165	40	45	30	165	40	50	35	170	45			
80	20	65															40	30	105	40	45	30	110	45	50	35	110	45		45	
		70															40	30	110	40	45	30	115	45	50	35	115	45		45	
		75															45	30	115	45	45	30	120	45	55	35	120	45		45	
		85															45	30	130	45	50	30	130	45	55	35	130	45		45	
		90															45	30	135	45	45	30	135	45	55	35	135	45		45	
95																45	30	140	45	45	30	140	45	55	35	145	45		45		

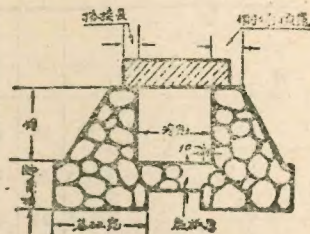


图2-17 方形涵洞断面

1. 涵洞各部示意图。

2. 淨寬为20, 30, 40公分的涵洞底板厚为了施工方便采取和基础一样厚。

3. 条石或混凝土盖板厚度参考表2~19, 盖板長度等于淨寬加二倍的搭接長。

表2-29

$\frac{b}{H}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	253
0.4	13.5	27	40	80	.66	79	92	105																										
0.5	9.5	19	28.5	38	47.5	57	66	76	85	95	104																							
0.6	7.5	14.5	21.5	29	36	43	50	57.5	65	72	79	86.5	93.5	100.5																				
0.7	6	11.5	17	23	28.5	34	40	46	52	58	63	69	74	80	86	92	97																	
0.8	5	9.5	14	19	23.5	28	33	37.5	42	47	51.5	56	61	65.5	70	75	79.5	84	89	94	103	112												
0.9	4	8	12	15.5	19.5	23.5	27.5	31.5	35.5	39.5	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	86	94	102											
1.0	3.5	7	10	13.5	17	20	23.5	27	30	33.5	37	40	43.5	47	50	53.5	57	60	63.5	67	73.5	80	87	93.5	100	107	114							
1.1	3	6	9	11.5	14.5	17.5	20	23.5	26	29	32	35	38	41	44	47	50	52.5	55.5	58	64	70	75.5	81.5	87	93	99	10.5						
1.2	2.5	5	7.5	10	13	15	18	20.5	23	25.5	28	30.5	33	35.5	38	40.5	43	46	48.5	51	56	61	66	71	76	81	86	91.5	96.5	100.5	107	112	122	127
1.3	2.3	4.5	6.8	9	11.5	14	16	18	20.5	22.5	25	27	29.5	31.5	34	36	38.5	40.5	43	45.5	49.5	54	58.5	63	68	72	77	81	86	90	95	99	108	114
1.4	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44.5	48.5	52.5	56.5	60.5	64.5	68.5	73	77	81	85	89	97	103
1.5	1.8	3.6	5.5	7.3	9.1	11	13	15	16.5	18.5	20	22	24	25.5	27	29	31	33	34.5	36.5	40	44	47.5	51	55	58	62	65	69	73	77	80	88	93

90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	253
84	89	94	103	112												
71	75	79	86	94	102											
60	63.5	67	73.5	80	87	93.5	100	107	114							
2.5	55.5	58	64	70	75.5	81.5	87	93	99	10.5						
16	48.5	51	56	61	66	71	76	81	86	91.5	96.5	100.5	107	112	122	127
0.5	43	45.5	49.5	54	58.5	63	68	72	77	81	86	90	95	99	108	114
16	38	40	44.5	48.5	52.5	56.5	60.5	64.5	68.5	73	77	81	85	89	97	103
13	31.5	36.5	40	44	47.5	51	55	58	62	65	69	73	77	80	88	93

中国科学院图书馆

764044
 书号 443.026/5268
 8286
 J9 C3
 登记号 2718
 附17A-丙部

內 容 提 要

簡易水利手冊第四冊是介紹蓄水工程。這本小冊子着重地介紹了小型水庫工程的勘測設計和施工，這些內容主要是總結羣眾在大躍進中興修小水庫的經驗，書中把許多複雜的計算都簡化成了圖表。此外對羣眾打水窖和修池塘的經驗書中亦作了較細的介紹。

本書可供具有高小或初中文化程度的各級幹部及人民公社的農民技術員學習參考之用。

簡易水利手冊 第四冊

陝西省水利廳編

*

1488S400

水利電力出版社出版(北京西郊科學院二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本*2%印張*66千字

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—20,100冊)

統一書號: T15143·267 定價(第9類)0.34元

Y680.4
S268
J4 C